

**KINETIKA KIMIA GLUKOSA DARI PATI UMBI TALAS (*Colocasia
esculenta* L. Schott) DENGAN KATALISATOR ENZIM α -AMILASE
DAN GLUKOAMILASE**



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Oleh:

NUR WAHIDAH

NIM: 60500112073

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawahini:

Nama : Nur Wahidah
NIM : 605001120073
Tempat/Tgl.Lahir : Selayar/11 Desember 1994
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : Btn Aura Blok B1/1 sungguminasa, kecamatan pallangga kabupaten Gowa.
Judul : Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Biji Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) dengan katalisator enzim α -amilase dan glukoamilase.

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa skripsi merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Samata-Gowa, 2017

Penyusun

Nur Wahidah

NIM: 60500112073

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) dengan Katalisator Enzim α -amilase dan Glukoamilase”, yang disusun oleh Nur Wahidah, NIM : 60500112073, Mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada Selasa, tanggal 3 Oktober 2017 M, bertepatan dengan 13 Muharram 1439 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Sains dan Teknologi, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 03 Oktober 2017 M.
13 Muharram 1439 H.

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Dr. Muh. Thahir Maloko, M.Hi.

Sekretaris : Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D.

Munaqisy I : Dra. Sitti Chadijah, M.Si.

Munaqisy II : Aisyah, S.Si., M.Si.

Munaqisy III : Prof. Dr. H. M. Ghalib M., M.A

Pembimbing I : H. Asri Saleh, ST., M.Si.

Pembimbing II: Sappewali, S.Pd., M.Si.

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Diketahui oleh:
Dekan, Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) dengan katalisator enzim α -amilase dan glukoamilase**” dapat terselesaikan dengan penuh perjuangan dan doa, sekaligus menjadi syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu Sains Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Salam dan shalawat atas junjungan Nabi Besar Muhammad saw, nabi yang telah membawa umat manusia dari alam kegelapan menuju alam terang benderang, beserta orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan-Nya. Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian skripsi ini. Untuk itu iringan doa dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, utamanya kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda Alimuddin dan ibunda Siti Alang untuk nasihat, motivasi, dukungan material dan spiritual yang selalu membangkitkan semangat untuk ananda tercinta, Terimakasih juga penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
3. Ibu Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

4. Ibu Aisyah, S.Si., M.Si., selaku Sekertaris Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar sekaligus Penguji II yang senantiasa memberikan kritik dan saran kepada penulis.
5. Bapak H. Asri Saleh, S.T.,M.Si., selaku Pembimbing I dan *Bapak Sappewali, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan petunjuk mulai penyusunan proposal penelitian hingga perampungan skripsi ini.*
6. Ibu Dra. Sitti Chadijah, M.Si., selaku Kepala Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar sekaligus sebagai penguji I.
7. Bapak Prof. Dr. Ghalib, M.A, selaku Penguji III yang senantiasa memberikan kritik dan saran kepada penulis.
8. Para Dosen Jurusan Kimia yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis.
9. *Musyawirah Baharuddin, S.Pd.I selaku Staf Jurusan Kimia yang selalu memberikan masukan demi kelancaran penelitian ini.*
10. Para laboran jurusan kimia khususnya Andi Nurrahma, S.Si yang senantiasa mendampingi dan memberi saran demi kelancaran penelitian ini.
11. Saudara-saudaraku Nurabdi, Imrayani, Ulil amri dan Muh. Wahyullah serta keluarga lainnya atas bantuan, dukungan, perhatian dan semangat yang diberikan kepada penulis.
12. Seluruh teman-teman Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Angkatan 2012. Terkhusus kepada Nurhamida, Sartika Amin, Mentari, A. Idriani, Nursyah Fitri, Fitrah, A.

Nurfadilla, Lismawati, Arisma dan Sri Sulaeha yang senantiasa selalu bersama dalam suka maupun duka selama menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

Demikian pernyataan terimakasih dan penghargaan ini penulis sampaikan kepada semua yang telah berjasa. Semoga Allah swt berkenan memberikan balasan yang berlipat ganda, Aamiin.

Samata-Gowa, 2017

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1-6
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Umbi Talas	7
B. Pati.....	11
C. Enzim α -Amilase dan Glukoamilase.....	19
D. Kinetika Kimia	22
E. Kinetika Enzimatik	24
F. Spektrofotometer UV-Vis.....	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
A. Waktu dan Tempat	30
B. Alat dan Bahan.....	30
C. Prosedur Kerja.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Pengamatan.....	35
1. Penentuan Kandungan Pati	35
2. Penentuan Nilai Tetapan Laju Reaksi Hidrolisis Pati Umbi Talas Tiap Satuan Waktu.....	36
3. Penetapan Orde Reaksi Dan Konstanta Laju Reaksi Hidrolisis Pati Umbi Talas.....	37
4. Penentuan Kinetika Enimatik Pati Umbi Talas	38
B. Pembahasan.....	39
1. Ekstraksi Pati Umbi Talas	39
2. Penentuan Kandungan Pati dan Hidrolisis Pati Umbi Talas Oleh Enzim A-Amilase Dan Glukoamilase.....	40
3. Penentuan Orde Reaksi Dan Konstanta Kecepatan Reaksi Hidrolisis Pati Umbi Talas.....	44
4. Penentuan Kinetika Enzimatik.....	46
BAB V PENUTUP.....	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	52
RIWAYAT HIDUP.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan Gizi Talas per 100 Gram.....	10
2.2 Perbandingan Hidrolisis Asam dan Hidrolisis enzim	17
4.1 Data Hasil Analisis Kandungan Pati.....	34
4.2 Absorbansi Standar Glukosa.....	34
4.3 Data Hasil Hidrolisis Pati Biji Alpukat Variasi Waktu.....	35
4.4 Data Hasil Hidrolisis Pati Umbi Talas Menggunakan Katalisator Enzim ...	35
4.5 Data Penetapan Orde I.....	36
4.6 Data Penetapan Orde II	37
4.7 Data Pengalihan Persamaan Michelis-Menten ($1/[S]$ Dan $1/V$).	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Umbi Talas	8
2.2 Struktur Rantai Amilopektin.....	12
2.3 Struktur Rantai Amilosa.....	13
2.4 Reaksi Pada Proses Likuifikasi	18
2.5 Reaksi Pada Proses Sakarifikasi	19
2.6 Ikatan α -1,4 glikosida yang diputus oleh enzim α -amilase.....	20
2.7 Grafik Hubungan antara $1/v$ dan $1/s$	28
4.4 Kurva Orde I.....	43
4.5 Kurva Orde II.....	44
4.6 Kurva Hubungan Antara $1/V$ Dan $1/[S]$	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Prosedur Penelitian	52
2. Skema Preparasi Sampel Dan Ekstraksi Pati	53
3. Skema Analisis Kadar Air	54
4. Skema Penentuan Kadar Pati	55
5. Skema Hidrolisis Pati Umbi Talas	57
6. Skema Analisis Kuantitatif Glukosa Metode Fenol Sulfat	58
7. Data Analisis Kadar Air Dari Sampel Umbi Talas	60
8. Data Penentuan Gula Bm Rendah Yang Hilang	60
9. Data Penentuan Hidrolisis Pati Oleh Katalis Enzim Tiap Satuan Waktu	63
11. Data Penetapan Orde Reaksi Dan Konstanta Kecepatan Reaksi Hidrolisis	66
12. Perhitungan Kinetika Enzimatik	72
13. Lampiran Dokumentasi Penelitian	73

ABSTRAK

Nama : Nur Wahidah

NIM : 60500112073

Judul : Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) menggunakan Katalisator Enzim α -amilase dan Glukoamilase.

Kebutuhan gula sukrosa di Indonesia semakin setiap tahun semakin meningkat sementara produksi gula masih kurang. Sehingga dibutuhkan alternatif lain yang dapat membantu penyediaan pemanis lain selain sukrosa yaitu glukosa. glukosa dapat diperoleh dari tanaman yang mengandung pati seperti umbi talas. Tujuan Penelitian ini untuk mengkaji tentang kinetika kimia glukosa dari pati umbi talas menggunakan katalisator enzim α -amilase dan glukoamilase. Metode pada penelitian ini diawali dengan proses hidrolisis, dimana pada proses hidrolisis terdiri dari 2 tahap yaitu tahap likuifikasi menggunakan enzim α -amilase dan tahap sakarifikasi menggunakan enzim glukoamilase selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa yang diperoleh semakin bertambah seiring lamanya waktu hidrolisis sehingga diperoleh kadar glukosa tertinggi yaitu 6,21% dengan waktu hidrolisis 120 jam (5 hari). Model kinetika reaksi dari penelitian ini diperoleh persamaan reaksi orde-1 dengan nilai konstanta laju sebesar $0,007 \text{ jam}^{-1}$ dengan tingkat kepercayaan mencapai 94,5%. Sedangkan kinetika reaksi enzim α -amilase dan glukoamilase dalam menghidrolisis pati menghasilkan $V_{\text{maks}} = 0,0061 \text{ \%/jam}$ serta $K_m = -2,0349$.

Kata kunci : Pati Umbi Talas, Hidrolisis, Glukosa, Kinetika Enzimatik.

ABSTRACT

Name : Nur Wahidah

NIM : 60500112073

Thesis Title : *Chemical Kinetics of Glucose from Taro Tubers (Colocasia esculenta L.Schott) With enzyme catalystan α -amylase and glucoamylase*

The needs of sucrose sugar in Indonesia every years increase continually while Indonesia still has little production of sucrose. It is necessary to find glucose as an alternative that can provide other sweetener. Glucose can be obtained from plants containing starch such as taro tuber. The purpose of this research is to determine chemical kinetics of glucose from taro tuber starch using an α -amylase and glucoamylase enzyme catalyst. Research method this experiment was begun by hydrolysis process which consisted of 2 stages, liquidification stage using enzyme α -amylase and saccharification stage using glucoamylase enzyme for 24 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours and 120 hours. The results showed the level of glucose increased over time of hydrolysis until reaching the highest glucose level 6.21% in 120 hours (5 days). Based on the kinetics reaction model of this study, the comparison of reaction order-1 outlined with the value constant 0.007 hours⁻¹ and the confidence level 94%. Furthermore, the kinetics reaction of the α -amylase and in hydrolyzing starch produced $V_{max} = 0.0061$ and $K_m = -2,0349$

Keyword: Taro tubers, hydrolyse, glucose, kinetics of enzymatic.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan gula di Indonesia setiap tahun semakin meningkat sehingga produksi gula juga sangat dibutuhkan. Berdasarkan data kebutuhan gula Indonesia secara nasional pada tahun 2006 diperkirakan mencapai 3,8 juta ton, dan produksi gula diperkirakan sekitar 2,6 juta ton. Data ini menggambarkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia harus mengimpor gula sebanyak 1,2 ton. Sampai saat ini peran gula sebagai pemanis masih didominasi oleh gula pasir (sukrosa). Dari data tersebut, maka diperlukanlah alternative bahan pemanis selain sukrosa (Triyono, 2008).

Salah satu alternatif yang dapat membantu penyediaan gula yaitu dengan menyediakan pemanis lain selain sukrosa seperti glukosa. Glukosa ini dapat diperoleh dari hidrolisis pati yang berasal dari pati sagu, umbi-umbian (talas, ubi jalar, kimpul). Gula atau glukosa dapat diperoleh melalui proses hidrolis pati sehingga dapat diperoleh glukosa dari pati umbi-umbian. Salah satu sumber bahan berpati yang cukup potensial untuk menghasilkan glukosa yaitu talas dimana talas ini merupakan pati yang terdapat pada tanaman jenis umbi-umbian.

Talas merupakan merupakan jenis umbi-umbian yang mempunyai kadar pati yang cukup potensial yaitu (74,34%) dengan kadar amilosa (21,44%) dan amilopektin (78,56%). Pada pati umbi talas mengandung amilopektin yang cukup besar (78,56%) sehingga sangat efektif untuk dijadikan glukosa (Wahyuni, 2010). Talas mengandung karbohidrat sebanyak 28,20 gram. Selain mengandung karbohidrat, talas juga mengandung protein 1,50 g, vitamin C 2,00 mg dan serat 0,70 g (Mulyati, 2015).

Namun, pati talas memiliki beberapa kelemahan yaitu rendemen pati yang dihasilkan rendah disebabkan banyaknya kandungan lendir yang menghalangi proses pemisahan granula pati, warna yang dihasilkan mempunyai derajat putih yang rendah dan bau khas talas yang agak tajam (Suhery, dkk., 2015).

Tanaman talas memiliki berbagai kandungan yang dapat dimanfaatkan baik dalam produksi makanan, obat ataupun kebutuhan lainnya. Tanaman talas merupakan salah satu tanaman dengan berbagai kandungan kimia yang merupakan salah satu ciptaan Allah yang memiliki banyak manfaat pada manusia. Sebagaimana yang dijelaskan dalam ayat-ayat Al Qur'an Surah Al-An'am/6: 99.

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قَنَاطِيرُ ذَانِبٍ وَجَنَّتْ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانُ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ٩٩ .

Terjemahnya:

“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”. (KEMENAG RI, Al-Qur'an, 2014).

Menurut Shihab M. Quraish dalam tafsir Al-Misbah (2008), ayat ini menjelaskan tentang proses penciptaan buah yang tumbuh dan berkembang melalui beberapa fase hingga sampai pada fase kematangan. Pada saat mencapai fase kematangan itu, suatu jenis buah mengandung komposisi zat gula, minyak, protein,

berbagai zat karbohidrat dan zat tepung. Semua itu terbentuk atas bantuan sinar matahari yang masuk melalui klorofil yang pada umumnya terdapat pada bagian pohon yang berwarna hijau terutama pada daun.

Ayat tersebut menjelaskan tentang tumbuh-tumbuhan yang diciptakan Allah swt. Sebagaimana yang diketahui bahwa Allah tidak menciptakan segala sesuatu-Nya tanpa manfaat. Allah swt adalah maha kuasa dalam menciptakan segala sesuatu dari yang tidak ada menjadi ada yang pada mulanya berupa tumbuh-tumbuhan lalu menjadi pohon dan menghasilkan buah. Berdasarkan ayat ini, maka dapat diketahui bagaimana proses buah itu diciptakan dan berkembang hingga mencapai proses kematangannya, dimana apabila buah tersebut mencapai kematangannya maka beberapa kandungan kimia dalam buah dapat dimanfaatkan baik itu dalam bidang pangan maupun obat-obatan. Bahan kimia yang dimaksud dapat berupa kandungan air, protein, lemak, pati dan jenis kandungan kimia lainnya.

Pati merupakan jenis polisakarida yang amat luas tersebar di alam. Pati ini disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuhan di dalam biji buah (padi, jagung), di dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, talas) dan pada batang (sagu, aren) (Saraswati, dkk, 2004). Pati diproses dengan cara hidrolisa agar penggunaan menjadi semakin luas. Proses hidrolisa merupakan proses pemecahan rantai molekul polimer menjadi molekul penyusunnya yang lebih sederhana. Saat ini proses hidrolisa polimer pati menjadi molekul yang lebih sederhana telah menjadi salah satu tahapan penting dalam dunia industri (Nangin dan Aji, 2015).

Hidrolisa pati tersebut dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan asam atau enzim pemecah pati misalnya dari golongan amilase. Penggunaan enzim amilase lebih dimintai sebab ramah lingkungan, pemecahan yang terjadi lebih

spesifik dan tidak menimbulkan rasa yang menyimpang pada produk akhir. Proses hidrolisis pati menggunakan enzim amilase dapat mencapai derajat hidrolis pati hingga 42%-97% tergantung jenis substrat dan waktu inkubasi (Nangin dan Aji, 2015).

Hidrolisis enzimatis memiliki beberapa keuntungan, yaitu kondisi prosesnya dapat dikontrol, biaya pemurnian lebih murah, dihasilkan lebih sedikit abu dan produk samping, dan kerusakan warna dapat diminimalkan. Pada hidrolisis pati secara enzimatis untuk menghasilkan sirup glukosa, enzim yang dapat digunakan adalah amylase (Devita, 2013).

Enzim α -amilase berfungsi dalam hidrolisa molekul pati, glikogen α -1,4-glukan. Viskositas larutan pati secara cepat menurun pada saat terjadi hidrolisis oleh α -amilase (terjadi lukuifikasi pati). Enzim glukamilase merupakan enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisa ikatan α -1,4 pada rantai amilosa, amilopektin, glikogen dan pullulan. Enzim glukamilase juga dapat menyerang ikatan α -1,6 pada titik percabangan walaupun dengan laju yang lebih. Pada kondisi optimum, laju reaksi enzimatis akan bertambah dengan bertambahnya konsentrasi enzim, akan tetapi laju reaksi dapat mencapai konstan bila jumlah substrat bertambah terus sampai melewati batas kemampuan enzim (Bahri, dkk, 2012).

Dani Azwar dan Risti Erwanti melakukan penelitian dengan judul pembuatan sirup glukosa dari kimpul (*Xanthosoma violaceum Schott*) dengan hidrolisa enzimatis menggunakan enzim alfa-amilase dan glukamilase dan diperoleh hasil kondisi hidrolisa pati secara enzimatis yang relatif paling baik berada pada 65°C suhu sakarifikasi dan 35% suspensi pati dengan kadar glukosa sebesar 27,98%. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Dinarsari dan Alfiana (2013) dengan judul Proses

Hidrolisa Pati Talas (*Alocasia macrorrhiza*) menjadi Glukosa menggunakan Katalisator Asam dan Menentukan Kinetika Reaksi. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin meningkatnya temperatur maka glukosa yang diperoleh juga semakin meningkat. Dan diperoleh pula data nilai konstanta kecepatan reaksi sebesar $9,139 \times 10^{-4}$ /menit dengan persamaan kecepatan reaksi yaitu $C_A = 0,0011205.e^{-0,0009139.t}$.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut maka, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang hidrolisa glukosa dari pati umbi-umbian menggunakan enzim alfa-amilase dan glukamilase dengan menentukan pula nilai kinetika kimianya. Kinetika enzimatik dapat ditentukan dari penyederhanaan persamaan Michaelis-Menten. Persamaan Michaelis-Menten merupakan persamaan kecepatan reaksi enzimatik substrat tunggal yang menyatakan hubungan kuantitatif kecepatan reaksi awal (V_0), kecepatan reaksi maksimum (V_{maks}), konsentrasi substrat $[S]$ dan konstanta Michaelis-Menten $[KM]$. Nilai V_{maks} merupakan kecepatan maksimal dari suatu enzim dalam menguraikan substrat. Sedangkan nilai K_m menunjukkan kestabilan kompleks ES yaitu kecepatan penguraian kompleks ES sama dengan kecepatan pembentukan kompleks ES. Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian ini untuk memproduksi glukosa dari pati talas dengan menggunakan metode enzimatik yaitu enzim alfa amylase dan glukamilase.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Berapakah orde reaksi dan nilai konstanta laju dari hasil hidrolisis pati talas talas dengan katalisator enzim α -amilase dan glukomilase?
2. Berapa nilai V_{maks} dan K_m glukosa dari pati umbi talas dengan katalisator enzim α -amilase dan glukomilase?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui orde reaksi dan konstanta laju dari hasil hidrolisis pati talas talas dengan katalisator enzim α -amilase dan glukomilase.
2. Untuk mengetahui V_{maks} dan K_m glukosa dari pati umbi talas dengan katalisator enzim α -amilase dan glukomilase

D. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menambah literatur penelitian untuk mengembangkan lebih lanjut kepada peneliti selanjutnya khususnya mahasiswa jurusan kimia terhadap manfaat pati umbi-umbian.
2. Memberikan informasi tentang pemanfaatan umbi-umbian untuk menghasilkan gula atau glukosa dengan menggunakan bantuan enzim.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umbi Talas

Talas (*Colocasia esculenta*) termasuk tumbuhan tegak yang memiliki perakaran liar, berserabut dan dangkal. Batang yang tersimpan dalam tanah pejal, bentuknya menyilinder (membulat), umumnya berwarna cokelat tua, dilengkapi dengan kuncup ketiak yang terdapat diatas lampang daun tempat munculnya umbi baru, tunas (stolon). Daun memerisai dengan tangkai panjang dan besar (Amirudin, 2013).

Adapun klasifikasi tanaman talas menurut Amirudin, 2013 yaitu sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledoneae
Bangsa : Arales
Suku : Araceae
Marga : *Colocasia*
Jenis : *Colocasia esculenta* L Schott

Talas merupakan bahan makanan pokok bagi masyarakat sebagian besar di dunia ini. Di dalam family Araceae, talas sesungguhnya di kenal dengan nama *Colocasia esculenta*. Habitat tanaman ini diperkirakan berasal dari daerah tropis antara India dan Indonesia. Talas merupakan bahan makanan pokok bagi masyarakat daerah pasifik, seperti New Zealand dan Australia (Amirudin, 2013).

Tanaman talas mengandung asam perusi (asam biru atau HCN). Sistem perakaran serabut, liar dan pendek. Umbi mempunyai jenis bermacam-macam. Umbi dapat mencapai 4 kg atau lebih, berbentuk selinder atau bulat, berukuran 30 cm x 15 cm, berwarna coklat. Daunnya berbentuk perisai atau hati, lembaran daunnya 20-50 cm panjangnya, dengan tangkai mencapai 1 meter panjangnya, warna pelepah bermacam-macam. Perbungaannya terdiri atas tongkol, seludang dan tangkai. Bunga jantan dan bunga betina terpisah, yang betina berada di bawah, bunga jantan di bagian atasnya, dan pada puncaknya terdapat bunga mandul. Buah bertipe buah buni. Bijinya banyak, bentuk bulat telur, panjangnya ± 2 mm (Annisa, 2014).

Talas termasuk dalam salah satu jenis umbi-umbian dan mudah tumbuh di Indonesia. Pada tahun 2011 melalui pelaksanaan kegiatan dem area pangan alternatif, jumlah produktivitas talas dari beberapa daerah adalah 661 kuintal/hektar. Umbi talas memiliki keunggulan yaitu kemudahan patinya untuk dicerna. Hal ini disebabkan talas memiliki ukuran granula pati yang sangat kecil yaitu 1-4 μ m. Ukuran granula pati yang kecil dapat mengatasi masalah pencernaan (Nurbaya dan Teti, 2013).



Gambar 2.1 umbi talas
(Sumber: Sudomo dan Aditya, 2014)

Umbi-umbian talas sebagai salah satu bahan pangan alternatif dapat dikembangkan di lahan hutan rakyat. Disamping dapat dikonsumsi langsung sebagai bahan pangan juga dapat ditingkatkan sebagai bahan baku industri keripik, kue, dan

lain-lain. Dalam Permenhut P.35/2007 tentang Hasil Hutan Bukan Kayu/HHBK, tanaman pangan talas dikelompokkan ke dalam tanaman pati-patian. Tanaman talas merupakan salah satu tanaman yang merupakan jenis tanaman pangan fungsional, karena di dalam umbi talas mengandung bahan bioaktif yang berkhasiat untuk kesehatan. Kandungan bioaktif dalam tanaman sangat dipengaruhi oleh teknik budidaya. Kandungan bioaktif talas jenis fenolat paling tinggi ditemukan pada tanaman talas (*Colocasia esculenta* L. Shott) yang ditanam di tanah kering dibandingkan pada daerah berair (Sudomo dan Aditya, 2014).

Umbi talas merupakan bahan pangan yang memiliki nilai gizi yang cukup baik. Komponen makronutrien dan mikronutrien yang terkandung di dalam umbi talas meliputi protein, karbohidrat, lemak, serat kasar, fosfor, kalsium, besi, tiamin, riboflavin, niasin, dan vitamin C. Komposisi kimia tersebut bervariasi tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis varietas, usia, dan tingkat kematangan dari umbi. Faktor iklim dan kesuburan tanah juga turut berperan terhadap perbedaan komposisi kimia dari umbi talas. Nilai lebih dari umbi talas adalah kemudahan patinya untuk dicerna. Hal ini disebabkan oleh ukuran granula patinya yang cukup kecil dan patinya mengandung amilosa dalam jumlah yang cukup banyak (20-25%). Selain itu, talas juga bebas dari gluten, maka pangan olahan dari talas dapat digunakan untuk diet individu yang memiliki alergi terhadap gluten (Annisa, 2014).

Umbi talas segar sebagian besar terdiri dari air dan karbohidrat. Menurut Amiruddin (2013) kandungan gizi yang terdapat pada 100 gram umbi talas terdapat dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Kandungan gizi talas per 100 gram talas.

Kandungan Gizi	Satuan	Talas mentah	Talas rebus
Energi	Kal	120	108
Protein	Gram	1,5	1,4
Lemak	Gram	0,3	0,4
Hidrat arang total	Gram	28,2	25
Serat	Gram	0,7	0,9
Abu	Gram	0,8	0,8
Kalsium	Mg	31	47
Fosfor	Mg	67	67
Besi	Mg	0,7	0,7
Vitamin B1	Mg	0,05	0,06
Vitamin C	Mg	2	4
Air	Gram	69,2	72,4
Bagian yang dimakan	%	85	100

Sumber : Annisa, 2014

Adapun beberapa Manfaat talas bagi kesehatan yaitu sebagai Sumber Energi dimana umbi talas memberikan kalori lebih dari manfaat kentang , sekitar 100 gramnya menyediakan 112 kalori. Baik untuk pencernaan karena umbi talas merupakan salah satu sumber serat terbaik pada makanan, sekitar 100 gram umbi

talas memberikan 4,1 gram atau 11 % dari kebutuhan serat makanan setiap hari. Sehat untuk jantung, membantu tekanan darah, Meningkatkan sistem imun tubuh dan mengatasi kelelahan (Annisa, 2014).

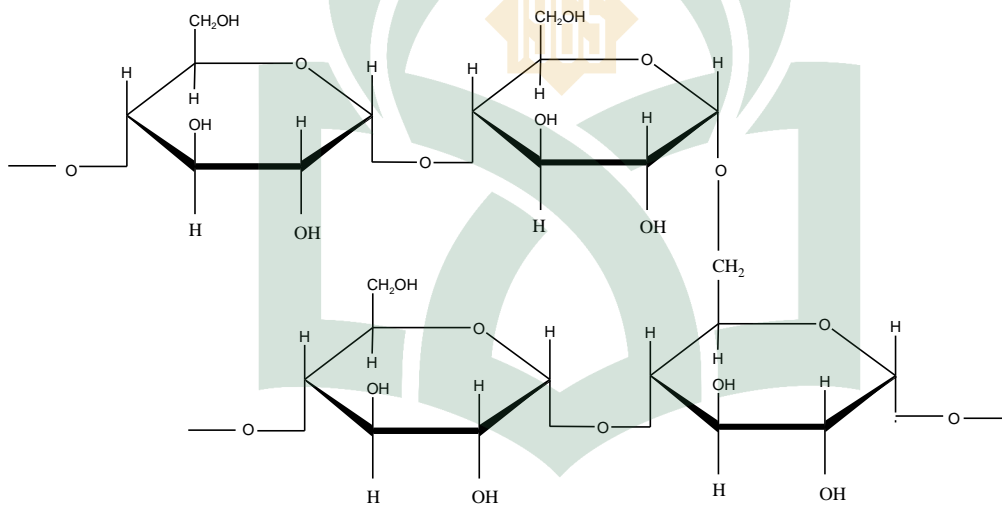
B. Pati

Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks, tidak larut dalam air dingin, berwujud bubuk, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Hewan dan manusia juga menjadikan pati sebagai sumber energi yang penting. Pati tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin dalam komposisi yang berbeda-beda. Rumus kimia pati yang bermolekul air adalah sebagai berikut $(C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O)_n$ (Devita, 2013).

Istilah “pati” sering dicampuradukkan dengan “tepung” dan “kanji”. Sebenarnya pati adalah penyusun utama tepung. Tepung bisa saja tidak hanya mengandung pati, karena tercampur atau sengaja dicampur dengan protein, vitamin, pengawet, dan sebagainya. Pati ada banyak jenisnya, tergantung dari bahan apa pati itu dibuat. Ada yang berasal dari ketela, beras, jagung, kentang, gandum, sagu, dan lainnya (Chafid dan Galuh, 2010).

Pati adalah polimer glukosa dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$. Pembentukan polimer pati diawali dengan terbentuknya ikatan glukosida yaitu ikatan antara molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama. Pati dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer rantai lurus yang terdiri dari ribuan glukosa dengan ikatan α -1,4 glukosida. Jenis kedua yaitu amilopektin yang mengandung percabangan rantai akibat adanya ikatan α -1,6 glukosida di beberapa bagiannya (Nangin dan Aji, 2015).

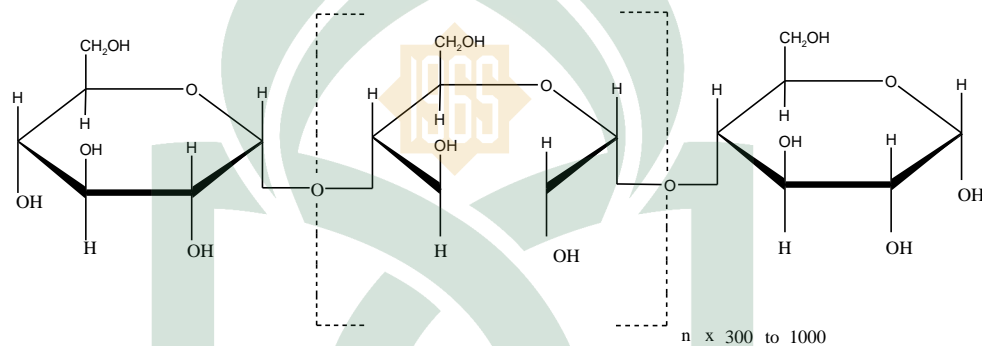
Amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer α -glukosa. Amilopektin merupakan molekul raksasa dan mudah ditemukan karena menjadi satu dari dua senyawa penyusun pati, bersama-sama dengan amilosa. Walaupun tersusun dari monomer yang sama, amilopektin berbeda dengan amilosa, yang terlihat dari karakteristik fisiknya. Secara struktural amilopektin terbentuk dari rantai glukosa yang terikat dengan ikatan $-(1,6)$ glikosidik, hal ini sama dengan yang terdapat pada amilosa.



Gambar.2.2 struktur rantai amilopektin
(Sumber: Devita, 2013)

Pada amilopektin terbentuk cabang-cabang (sekitar tiap 20 mata rantai glukosa) dengan ikatan $-(1,4)$ glikosidik. Selain itu, berbeda dengan amilosa, amilopektin tidak akan larut dalam air (Chafid dan Galuh, 2010). Perbedaan amilosa dengan amilopektin yaitu amilosa memberikan sifat keras, sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Amilosa memberikan warna ungu pekat amilopektin tidak bereaksi (Devita, 2013).

Amilosa merupakan suatu polimer rantai tunggal tidak bercabang, terbentuk dari 500-20.000 monomer α -D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik (Jayanti, 2011). Banyak satuan glukosa dalam setiap rantai tergantung pada sumbernya. Biasanya setiap rantai mengandung 850 atau lebih unit glukosa dan dari setiap rantai lurus tersebut terdapat satu titik cabang ikatan α -(1,6) glikosida (Koswara, 2009).



Gambar 2.3 struktur rantai amilosa
(Sumber: Devita, 2013)

Berat molekul amilosa beragam tergantung pada sumber dan metoda ekstraksi yang digunakan. Suatu karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru (Koswara, 2009).

Glukosa sendiri merupakan suatu gula monosakarida yang merupakan salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti glikogen, ribose dan deoksiribosa dalam asam nukleat, galaktosa dalam

laktosa susu, dalam glikolipid dan dalam glikoprotein dan proteoglikan (Devita, 2013).

Berdasarkan bentuknya, molekul glukosa dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu molekul D-Glukosa dan L-Glukosa. Faktor yang menjadi penentu dari bentuk glukosa ini adalah posisi gugus hydrogen (-H) dan alkohol (-OH) dalam struktur molekulnya. Glukosa yang berada dalam bentuk molekul D dan L-Glukosa dapat dimanfaatkan sistem tumbuh-tumbuhan sedangkan sistem tubuh manusia hanya dapat memanfaatkan D-Glukosa (Irawan, 2007).

Sirup glukosa yang mempunyai nama lain dekstrosa adalah salah satu produk bahan pemanis makanan dan minuman yang berbentuk cairan, tidak berbau dan tidak berwarna tetapi memiliki rasa manis yang tinggi. Sirup glukosa atau sering juga disebut gula cair dibuat melalui proses hidrolisis pati. Sirup glukosa dapat dibuat dengan cara hidrolisis menggunakan asam atau enzim (Devita, 2013).

Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil (-OH) oleh suatu senyawa. Gugus -OH dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, hidrolisis gabungan alkali dan air, dan hidrolisis katalis enzim (Chafid dan Galuh, 2010).

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, air akan menyerang pati pada ikatan α -1,4-glukosida menghasilkan dekstrin, sirup atau glukosa tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Reaksi antara air dan pati ini berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator ini biasa berupa asam maupun enzim (Jayanti, 2011).

Reaksi hidrolisis pati bertujuan untuk memotong suatu ikatan polimer sakarida dalam pati dengan bantuan suatu senyawa tertentu sebagai katalis, dalam hal ini adalah enzim α -amylase. Hidrolisis bisa jadi merupakan reaksi yang reversible. Namun jika kondisi operasinya di atur, reaksi hidrolisis bisa berlangsung secara Irreversibel.

Suhu dan waktu hidrolisis serta konsentrasi katalis adalah beberapa variabel yang berpengaruh dalam reaksi hidrolisis. Makin tinggi suhu makin cepat jalannya reaksi makin tinggi harga DE nya. Namun, harus diperhatikan jika katalisator yang dipakai adalah enzim, karena enzim sensitif terhadap suhu tinggi. Jika suhu terlalu tinggi aktifitas enzim akan menurun bahkan enzim dapat rusak. Perbedaan waktu hidrolisis akan menyebabkan jumlah pati yang termodifikasi juga berbeda. Makin lama waktu hidrolisis makin besar persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi. Hal ini dapat dilihat dari harga DE yang semakin tinggi. Konsentrasi katalis juga dapat berpengaruh pada harga DE dari produk yang dihasilkan. Makin tinggi konsentrasi katalis, dalam hal ini adalah enzim, makin banyak gula pereduksi yang terbentuk. Hal ini berarti harga DE akan semakin tinggi. Meskipun demikian, penentuan konsentrasi katalis memiliki batas optimum. Jika melebihi batas tersebut, hidrolisis akan terhambat (Chafid dan Galuh, 2010).

Pada hidrolisis sempurna, pati seluruhnya dikonversi menjadi dekstrosa, derajat konversi tersebut dinyatakan dengan *Dextrose Equivalent* (DE), dari larutan tersebut diberi indeks 100. *Dextrose Equivalent* (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen. DE berhubungan dengan Derajat Polimerisasi (DP). DP menyatakan jumlah unit monomer dalam satu molekul.

$$DE = \frac{100}{DP}$$

Unit monomer dalam pati adalah glukosa, sehingga dengan demikian maltose memiliki DP 2 dan DE 50. Secara komersial penggunaan pati dipengaruhi oleh nilai DE. Semakin besar DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi. Harga DE mempengaruhi karakteristik maltodekstrin. Jika harga DE tinggi maka harga *hygroscopicity*, *plasticity*, *sweetness*, *solubility*, dan *osmolality* juga tinggi. Selain itu pati akan lebih mudah mengalami proses *browning*. Namun jika harga DE turun, yang akan meningkat adalah berat molekul, *viscosity*, *cohesiveness*, dan *film-forming properties*. Selain itu, harga DE yang rendah mengakibatkan pembentukan kristal gula yang besar dapat dicegah (Chafid dan Galuh, 2010).

Berbagai metode hidrolisis pati telah dikembangkan diantaranya yaitu hidrolisis asam, hidrolisis enzim, dan kombinasi asam dan enzim. Hidrolisis pati menggunakan asam memiliki proses yang lebih sederhana, namun memerlukan persyaratan peralatan yang rumit (tahan panas, tekanan tinggi) (Chafid dan Galuh, 2010). Hidrolisis asam dapat memecah hemiselulosa dengan efektif menjadi monomer-monomer gula (arabinosa, galaktosa, glukosa, manosa dan xilosa) dan larutan oligomer yang meningkatkan konversi selulosa. Suhu, waktu dan konsentrasi asam yang digunakan selama proses hidrolisis sangat mempengaruhi proses terbentuknya komponen-komponen produk samping dan inhibitor fermentasi (Susmiati, 2010).

Berbeda dengan hidrolisis enzimatis, selain kondisi proses yang tidak ekstrim, pemakaian enzim dapat menghasilkan rendemen dan mutu larutan glukosa yang lebih tinggi dibandingkan hidrolisis secara asam (Chafid dan Galuh, 2010).

Hidrolisis enzimatis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis asam, seperti diperlihatkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan Hidrolisis Asam dan Hidrolisis Enzimatis

Variable perbandingan	Hidrolisis Asam	Hidrolisis enzimatis
Kondisi hidrolisis yang „lunak“ (mild)	Tidak	Ya
Hasil hidrolisis tinggi	Tidak	Ya
Penghambatan produk selama hidrolisis	Tidak	Ya
Pembentukan produk samping yang menghambat	Ya	Tidak
Katalis yang murah	Ya	Tidak
Waktu hidrolisis yang murah	Ya	Tidak

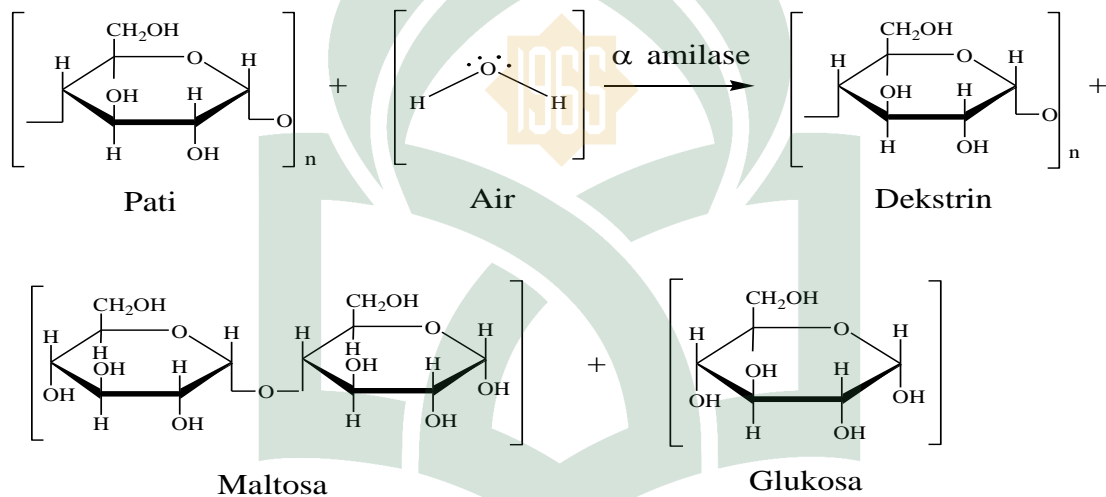
Sumber: Chafid dan Galuh, 2010

Menurut (Chafid dan Galuh, 2010), Pada proses hidrolisis pati, terdapat tahapan dalam mengkonversi pati yaitu tahap gelatinisasi, likuifikasi dan sakarifikasi. Tahap gelatinisasi merupakan tahap pembentukan suspensi kental dari granula pati (Chafid dan Galuh, 2010).

1. Likuifikasi

Tahap likuifikasi yaitu hidrolisis pati parsial yang ditandai dengan menurunnya viskositas (Chafid dan Galuh, 2010). Pada proses likuifikasi, -amilase

akan memutus ikatan 1,4 glikosidik secara acak baik pada amilosa maupun amilopektin pada rantai lurus. Enzim amilase tidak dapat memecah ikatan pati secara sempurna sehingga selama proses likuifikasi ini dihasilkan dekstrin dengan rantai sepanjang 6-10 unit glukosa. Enzim amilase optimum pada suhu 95°C, konsentrasi Ca^{++} 20-80 ppm dan pH 6-6,5 (Saraswati, *dk.k*, 2004). Adapun reaksi dari proses likuifikasi yaitu sebagai berikut:

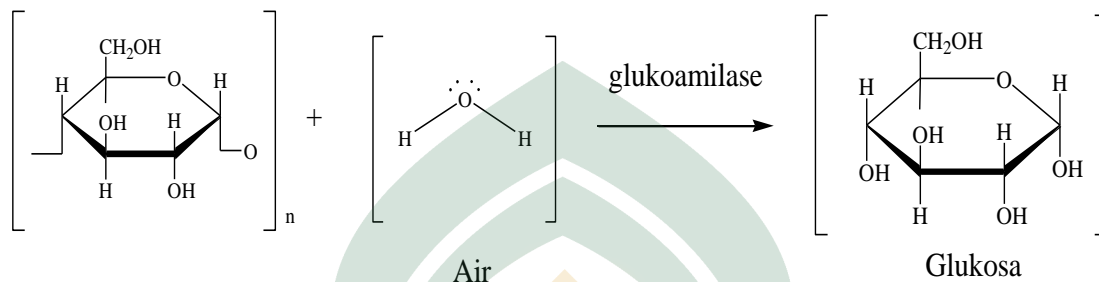


Gambar 2.4 Reaksi pada proses Likuifikasi
(Sumber: Robi'a dan Aji, 2015)

2. Sakarifikasi

Sedangkan sakarifikasi merupakan proses lebih lanjut dari hidrolisis untuk menghasilkan glukosa (Chafid dan Galuh, 2010). Pada proses sakarifikasi digunakan enzim glukoamilase yang akan memecah ikatan -1,4 dan -1,6 glikosidik sehingga dihasilkan glukosa tunggal. Konsentrasi substrat berpengaruh pada kecepatan reaksi enzimatik. Efek dari konsentrasi substrat dari kecepatan awal dari reaksi amat penting dimana pada kecepatan tersebut merupakan fungsi dari konsentrasi substrat. Kondisi

optimum untuk enzim glukoamilase terjadi pada suhu 60°C dan pH 4-4,5 (Saraswati, dkk., 2004). Reaksi sakarifikasi dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2.5 Reaksi Proses Sakarifikasi
(Sumber: Robi'a dan Aji, 2015)

C. Enzima-Amilase dan Glukoamilase

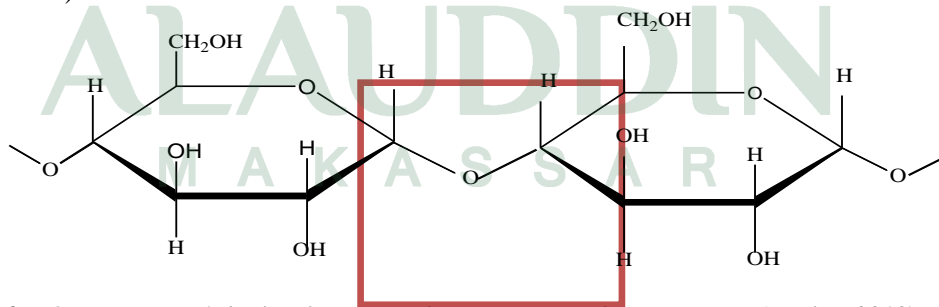
Enzim atau biokatalisator adalah katalisator organik yang dihasilkan oleh sel. Enzim sangat penting dalam kehidupan, karena semua reaksi metabolisme dikatalisis oleh enzim. Jika tidak ada enzim, atau aktivitas enzim terganggu maka reaksi metabolisme sel akan terhambat hingga pertumbuhan sel juga terganggu. Enzim merupakan senyawa protein kompleks yang dihasilkan oleh sel-sel organisme dan berfungsi sebagai katalisator suatu reaksi kimia. Kerja enzim sangat spesifik, karena strukturnya hanya dapat mengkatalisis satu tipe reaksi kimia saja dari suatu substrat, seperti hidrolisis, oksidasi dan reduksi (Devita, 2013).

Amilase adalah enzim yang mempunyai kemampuan memecah ikatan glukosida pada polimer pati. Penggunaan amilase dilaporkan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Permintaan akan enzim golongan amilase telah mencapai sekurang-kurangnya 25% dari keseluruhan pasar enzim. Kelompok enzim ini memiliki banyak variasi dalam aktivitasnya, sangat spesifik, tergantung pada tempatnya bekerja (Nangin dan Aji, 2015).

Amilase adalah enzim yang dapat mengubah pati menjadi gula. Enzim ini dapat dihasilkan di dalam tubuh manusia, yaitu pada kelenjar ludah dan pankreas. Tumbuhan dan beberapa jenis bakteri juga dapat memproduksi enzim amilase. Enzim ini diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu; α -Amilase, β -Amilase dan glukoamilase (Chafid dan Galuh, 2010).

1. Enzim α -Amilase

Nama lain α -amilase adalah 1,4- α -D-glucan glucanohydrolase atau biasa juga disebut *glycogenase*. α -amilase termasuk dalam *calcium metalloenzymes*, sehingga enzim ini tidak akan bisa berfungsi jika keberadaan kalsium tidak dipenuhi. α -Amilase adalah jenis enzim amilase terbesar yang terkandung dalam tubuh manusia dan mamalia yang lain. Selain itu, α -amilase juga dapat ditemukan pada tumbuhan (*barley*), jamur (*ascomycetes* dan *basidiomycetes*), dan bakteri (*Bacillus*). Enzim α -amilase umumnya diisolasi dari *Bacillus amyloquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae*, dan *A. Niger* (Chafid dan Galuh, 2013). Enzim α -amilase bekerja dengan memutus ikatan α -1,4 glikosidik pada rantai lurus amilum sehingga menghasilkan glukosa dalam konfigurasi alpha, maltosa dan dekstrin (Jayanti, 2011).



Gambar 2.6. Ikatan α 1,4 glikosida yang diputus oleh Enzim α amilase (Devita, 2013)

Cara kerja α -amilase terjadi melalui dua tahap yaitu pertama degradasi amilosa menjadi maltose dan maltotriosa yang terjadi secara acak. Degradasi ini

terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas dengan cepat. Tahap kedua relatif lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir secara tidak acak. Keduanya merupakan kerja enzim α -amilase pada molekul amilosa saja. Kerja α -amilosa pada molekul amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa dan berbagai jenis limit dekstrin yaitu oligosakarida yang terdiri dari empat atau lebih residu gula yang semuanya mengandung α -1,6-glikosidik (Jayanti, 2011).

2. Enzim Glukoamilase

Enzim glukoamilase atau sering disebut amiloglukosidase atau α -1,4-glukano glukohidrolase merupakan enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisis ikatan α -1,4 pada rantai amilosa, amilopektin, glikogen, dan pullulan. Enzim glukoamilase juga dapat menyerang ikatan α -1,6 pada titik percabangan, walaupun dengan laju yang lebih rendah. Hal ini berarti bahwa pati dapat diuraikan secara sempurna menjadi glukosa (Devita, 2013).

Glukoamilase dapat dihasilkan dari jamur: *Aspergillus spp*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus niveus*, dari yeast: *Saccharomycopsis fibuligera*, *Saccharomyces diasticus*, dan dari bakteri: *Clostridium acetobutylicum*. Glukoamilase yang dihasilkan dari *aspergillus awanori* dan *Aspergillus niger* tergolong termotabil (tahan panas) dan mempunyai kisaran pH yang lebih optimal. Kedua mikroba tersebut sekarang secara bersamaan digunakan untuk sakarifikasi pati. Glukoamilase murni banyak digunakan untuk pembuatan sirup glukosa dari maltodekstrin yang diproduksi oleh α -amilase dari pemurnian pati (Rahmawati dan Aji, 2015).

D. Kinetika Kimia

Kinetika reaksi atau kinetika kimia adalah bagian dari kimia fisika yang mempelajari tentang kecepatan reaksi-reaksi kimia dan mekanisme reaksi-reaksi tersebut (Sukardjo, 2002).

Kinetika reaksi mempelajari laju reaksi kimia secara kuantitatif dan mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi tersebut. Laju reaksi kimia adalah jumlah mol reaktan per satuan volume yang bereaksi dalam satuan waktu tertentu. Bila dibuat sebuah kurva penurunan konsentrasi reaktan sebagai fungsi waktu, maka akan diperoleh kurva bahwa slope kurvanya pada setiap titik selalu negatif, karena konsentrasi reaktan selalumenurun. Jadi laju reaksi pada setiap titik sepanjang kurva = $-\frac{dc}{dt}$. Tetapi apabila laju reaksi dituliskan sebagai laju pembentukan produk, maka laju reaksi akan bernilai positif. Jika konsentrasi produk setelah reaksi berlangsung t detik adalah x mol dm⁻³, maka laju reaksinya $+\frac{dx}{dt}$. Pengukuran kinetika reaksi pertama kali dilakukan oleh Wichelny menyimpulkan bahwa laju reaksi pada setiap waktu sebanding dengan konsentrasi (C) yang tersisa pada setiap waktu, secara matematik dapat dituliskan $-\frac{dc}{dt} = k..C$, dan $-\frac{dc}{dt} =$ sering kali disebut sebagai *differential rate expression* dan k = konstanta laju reaksi (Prayitno, 2007).

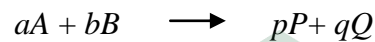
1. Laju Reaksi

Laju didefenisikan sebagai perubahan konsentrasi per satuan waktu. Umumnya laju reaksi meningkat dengan meningkatnya konsentrasi dan dapat dinyatakan sebagai:

$$\text{Laju} = k f(C_1, C_2, \dots, C_i)$$

Dimana K adalah konstanta laju, juga disebut konstanta laju spesifik atau konstanta kecepatan, C_1, C_2, \dots, C_i adalah konsentrasi dari reaktan-reaktan dan produk-produk.

Sebagai contoh dalam reaksi umum:



laju reaksi dapat dinyatakan dalam batasan tiap reaktan atau produk

$$-\frac{1}{a} \frac{[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{[B]}{dt} = \frac{1}{q} \frac{d[Q]}{dt} = k[A]^l[B]^m$$

Dimana a, b, p, q adalah koefisien-koefisien stokiometris dari reaktan dan produk l, m adalah orde dari reaksi terhadap A dan B. dalam pernyataan diatas dianggap bahwa volume tidak berubah selama berlangsungnya reaksi. Jika volume berubah, persamaan diatas dimodifikasi (Dogra, 2009).

2. Orde Reaksi

Orde dari suatu reaksi menggambarkan bentuk matematis dimana hasil percobaan dapat ditunjukkan. Orde reaksi hanya dapat dihitung secara eksperimen dan hanya dapat diramalkan jika suatu mekanisme reaksi diketahui ke seluruh orde reaksi yang dapat ditentukan sebagai jumlah dari eksponen untuk masing-masing reaktan, sedangkan harga eksponen untuk masing-masing reaksi sebagai orde reaksi untuk komponen tersebut (Dogra, 2009)

a. Reaksi orde-0

Reaksi orde 0 adalah reaksi yang lajunya dapat ditulis sebagai

$$-\frac{d[C]}{dt} = k$$

$$k = \frac{[C]_0 - [C]}{t}$$

Dimana k adalah konstanta laju orde-0. Persamaan diatas menyatakan bahwa laju reaksi orde-0 tidak tergantung pada konsentrasi reaktan (Dogra, 2009).

b. Reaksi orde-1

Reaksi orde-1 adalah reaksi-reaksi yang lajunya berbanding lurus dengan konsentrasi reaktan, yaitu

$$-\frac{d[C]}{dt} = k [C]$$

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{[C]_0}{[C]}$$

Dimana $[C]$ adalah konsentrasi reaktan pada $t = 0$. Untuk reaksi-reaksi orde-1, plot $\ln [C]$ (atau $\log [C]$ terhadap t merupakan suatu garis lurus. Intersept memberikan konsentrasi pada $t = 0$ dan k dapat dihitung dari kemiringan tersebut (Dogra, 2009).

c. Reaksi Orde-2

Dalam reaksi orde-2, laju berbanding langsung dengan kuadrat konsentrasi dari satu reaktan atau dengan hasil kali konsentrasi yang meningkat sampai pangkat satu atau dua dari reaktan-reaktan tersebut (Dogra, 2009).

E. Kinetika Enzimatik

Enzim adalah katalisator organik (biokatalisator) yang dihasilkan oleh sel. Enzim berfungsi seperti katalisator anorganik, yaitu untuk mempercepat reaksi kimia tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi. Enzim meningkatkan kecepatan reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi. Energi aktivasi adalah energi yang diperlukan untuk mengaktifkan suatu reaktan sehingga dapat bereaksi untuk membentuk senyawa lain. Hal ini dapat dilihat dari persamaan Arrhenius berikut ini:

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

Keterangan:

k : konstanta kecepatan reaksi

A : faktor tumbukan

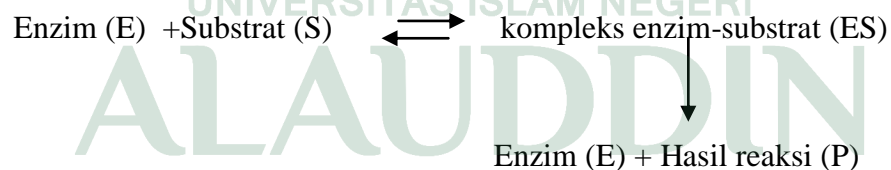
E : energi aktivasi (cal/grmol)

T : suhu (K)

R : tetapan gas ideal (cal/grmol.K)

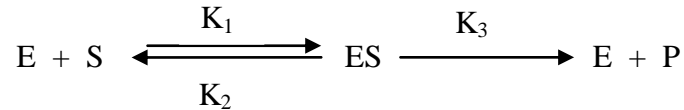
Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa penurunan energi aktivasi akan mengakibatkan harga konstanta kecepatan reaksi meningkat. Setelah reaksi berlangsung, enzim tidak mengalami perubahan jumlah karena enzim tidak ikut bereaksi. Sehingga jumlah enzim sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap. Begitu pula dengan strukturnya. Enzim mempunyai selektivitas dan spesifitas yang tinggi terhadap reaktan yang direaksikan dan jenis reaksi yang dikatalisasi (Chafid dan Galuh, 2010).

Secara sederhana hipotesis Michaelis dan Menten itu dapat dituliskan sebagai berikut:



Michaelis dan Menten berkesimpulan bahwa kecepatan reaksi tergantung pada konsentrasi kompleks enzim-substrat [ES], sebab apabila tergantung pada konsentrasi substrat [S], maka penambahan konsentrasi substrat akan menghasilkan pertambahan kecepatan reaksi yang apabila digambarkan akan merupakan garis lurus.

Jadi, secara umum reaksi dengan enzim dituliskan sebagai berikut:



K_1 , K_2 dan K_3 masing-masing ialah tetapan kecepatan reaksi pembentukan kompleks ES, tetapan (konstanta) kecepatan reaksi pembentukan kembali E dan S, dan tetapan (konstanta) kecepatan reaksi penguraian kompleks ES menjadi enzim dan hasil reaksi (Poedjiadi, 1994).

Laju reaksi persamaan di atas dapat didefinisikan dalam persamaan:

$$V = k_2 [ES]$$

$[ES]$ biasanya merupakan besaran yang tidak dapat diukur. Besaran yang dapat diukur adalah konsentrasi substrat dan konsentrasi enzim total, yaitu jumlah enzim bebas dan enzim dalam kompleks ES:

$$[E]_t = [E] + [ES]$$

Pada keadaan steady state, laju pembentukan dan penguraian kompleks ES sama:

$$k_1 [E][S] = k_{-1} [ES] + k_2 [ES]$$

$$[ES] = \left(\frac{k_1}{k_{-1} + k_2} \right) [E][S]$$

Kemudian konstanta laju reaksi digabungkan menjadi satu konstanta, yaitu K_M :

K_M adalah Konstanta Michaelis Menten.

$$K_M = \frac{k_1}{k_{-1} + k_2}$$

Sehingga dapat ditulis:

$$K_M [ES] = [E][S]$$

$$K_M [ES] = [E]_t[S] - [ES][S]$$

$$[ES](K_M + [S]) = [E]_t[S]$$

$$[ES] = \frac{[E]_t [S]}{K_M + [S]}$$

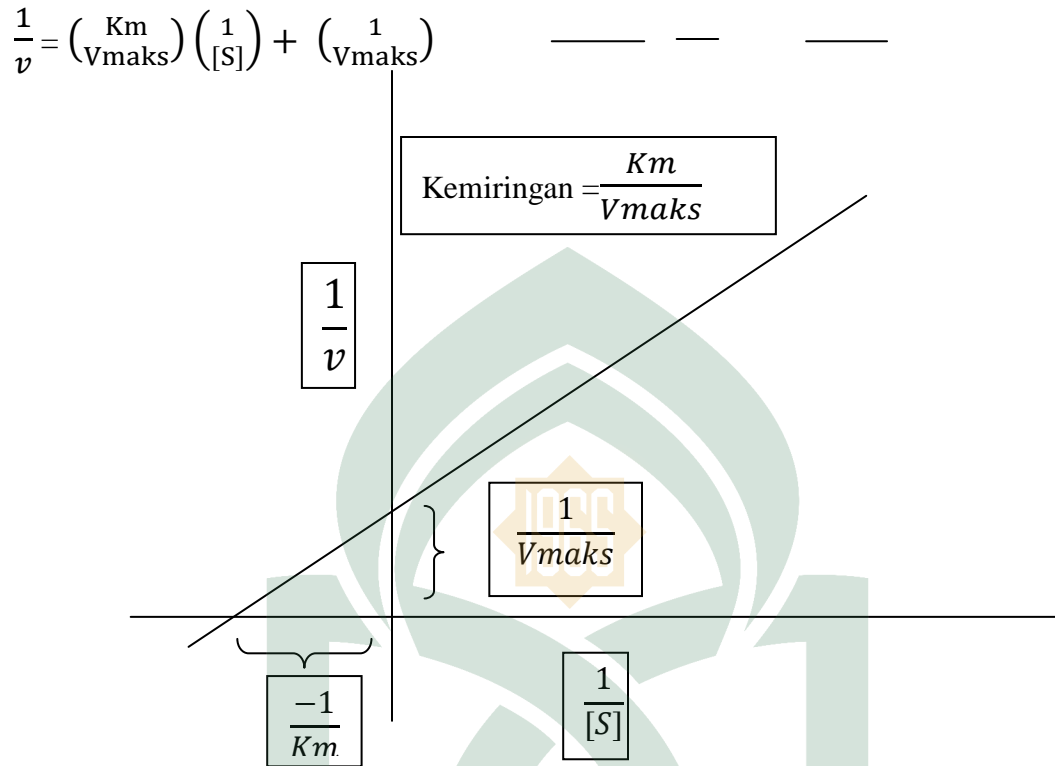
Saat laju reaksi mencapai kecepatan maksimum (V_{max}), nilai $K_M \gg [S]$
Maka:

$$V_{max} = k_2 [E]_t$$

Akan didapat persamaan Michaelis-Menten:

$$V = \frac{V_{max} [S]}{K_M + [S]}$$

Persamaan Michaelis-Menten yaitu hubungan kuantitatif antara laju reaksi enzim dan konsentrasi substrat, bila V_{max} dan K_M diketahui. (Saropah, *dkk.*, 2012:). Persamaan Michaelis-Menten menghubungkan kecepatan awal reaksi yang dikatalisis enzim dengan konsentrasi substrat dengan dua tolak ukur yaitu V_{maks} dan K_m . konstanta kinetika K_m dan V_{maks} lebih sesuai ditetapkan dari transformasi linear persamaan Michaelis, yang diperoleh melalui persamaan (Bintang, 2010).



Gambar 2.7. Grafik hubungan antara $1/V$ dengan $1/[S]$

Data untuk menghitung harga V_{maks} dan K_m adalah dengan membuat grafik hubungan antara $1/V$ vs $1/[S]$ sehingga diperoleh persamaan linear, $y = ax + b$, dimana $y = \frac{1}{v}$ dan $x = \frac{1}{[S]}$. Intersept garis (b) yang didapat dari persamaan linear adalah $\frac{1}{v_{maks}}$ dan slope (a) merupakan $\frac{K_m}{v_{maks}}$ (Bintang, 2010: 58).

F. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri Uv-Vis adalah salah satu teknik analisis fisiko-kimia yang mengamati interaksi atom molekul dan suatu zat kimia dengan radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan menggunakan sprktrofotometer (Roosita, 2007).

Ketika cahaya dengan panjang berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energy (Mukti, 2012)

Gugus fungsi pada suatu molekul organik yang bertanggung jawab terhadap serapan radiasi ultraviolet dekat dan sinar tampak adalah kromofor. Molekul organik yang mengandung gugus kromofor disebut kromogen. Pada senyawa organik dikenal pula gugus ausokrom yaitu gugus fungsi heteroatom yang mempunyai elektron valensi *nonbonding* seperti -OH , -NH_2 dan -OCH_3 yang tidak menyerap radiasi pada panjang gelombang >200 nm. Terikatnya gugus ausokrom pada gugus kromofor akan mengakibatkan pergeseran pita serapan menuju ke panjang gelombang yang lebih panjang dan disertai perubahan intensitas serapan (Roosita, 2014).

Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron ikatan pada suatu molekul hanya akan bergetar (vibrasi). Sedangkan gerakan berputar elektron terjadi pada energi yang lebih rendah lagi misalnya pada gelombang radio. Atas dasar inilah spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang ada dalam suatu sampel. Dimana zat yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan (Mukti, 2012).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga Juni 2017 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer UV-vis, oven, *sentrifuge*, waterbath, stirrer hotplate, neraca analitik, pH meter, vortex, blender, mikro pipet, alat-alat gelas, cawan porselin, spatula, *cutter* dan lain-lain.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, aquabides, alkohol 80%, Asam klorida (HCl) 2 M, Asam sulfat (H₂SO₄) pekat P.a, Dimethyl Sulfoksida (DMSO), enzim alfa amylase, enzim glukoamilase, Fenol 5%, kertas saring, Natrium hidroksida (NaOH) 1% dan sampel Umbi talas.

C. Prosedur Kerja

1. Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan dengan mengambil umbi talas kemudian mengupas kulit pada umbi talas dengan menggunakan pisau, merendam dalam air selama 2 jam kemudian memotong umbi talas kecil-kecil lalu tiriskan (Suherly, 2015)

2. Tahapan Pembuatan pati dari umbi talas (*Colocasia esculenta*L, Schott)

Menghaluskan umbi talas yang sudah dipotong-potong menggunakan blender dengan penambahan aquades kurang lebih 200 mL. Setelah itu hasil blender kemudian diperas dan disaring dengan kain flanel. Ampasnya dicampur kembali dengan aquades kemudian diaduk dan diperas kembali sampai airnya habis. Mengulangi hingga diperoleh air perasan yang jernih. Diamkan selama 24 jam. Proses berikutnya dari endapan yang diperoleh selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian menghaluskan pati kering yang berbentuk gumpalan menggunakan mortar dan stamper kemudian mengayak dengan pengayak nomor 100 mesh sehingga diperoleh pati berbentuk serbuk (Suhery, dkk., 2015).

3. Penentuan kadar air

Menyiapkan beberapa cawan petri/porselin kemudian memanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C dan mendinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian menimbang bobot konstan masing-masing cawan (a). Selanjutnya mengisi masing-masing cawan dengan sampel pati talas lalu menimbang bobot awal (a+b) dan memanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C dan mendinginkan dalam desikator selama 15 menit. Selanjutnya menimbang bobot akhir (c) kemudian menentukan kadar air sampel pati talas (Endang, 2013)

4. Penentuan kadar pati

a. Penetapan gula BM rendah yang hilang

Menimbang pati umbi talas hasil penentuan kadar air sebanyak 10 gram kemudian melarutkan ke dalam etanol 80% pada suhu sekitar 40°C dan mendinginkan secara perlahan hingga terbentuk endapan, selanjutnya menyaring menggunakan kertas saring yang telah diketahui bobot awalnya, kemudian memanaskan residu bersamaan dengan kertas saring selama 3 jam pada suhu 80°C sampai kering. Selanjutnya mendinginkan ke dalam desikator selama 30 menit dan menimbang bobot akhirnya selanjutnya menentukan gula BM rendah yang hilang dari tepung pati kentang.

b. Penentuan kandungan pati

Menimbang 0,1 gram residu hasil perlakuan etanol 80% (duplo) ke dalam 2 tabung reaksi, kemudian menambahkan 5 mL DMSO (Dimetil Sulfoksida). Selanjutnya memasukkan semua sampel dalam penangas air (dengan kondisi air mendidih) selama 20 menit lalu divorteks. Setelah larutan dingin dan endapan terbentuk, mengambil cairannya (tanpa endapan) kemudian mensentrifuge dengan kecepatan 5000 rpm selama 30 menit. Menempatkan supernatan ke dalam labu ukur 50 mL dan mengencerkan dengan aquabidest. Selanjutnya mengencerkan kembali sebanyak 10 kali dan mengocok sempurna, melanjutkan uji gula total (TS) dengan Metode asam fenol sulfat.

c. Pembuatan larutan induk dan deret standar glukosa 15, 30, 45, 60 dan 75 ppm

Menimbang 0,1 gram padatan glukosa p.a kemudian melarutkan dan mengencerkan dengan aquabidest hingga 100 mL lalu menghomogenkan (larutan induk 1000 ppm). Selanjutnya mengambil 50 mL larutan induk 1000 ppm kemudian

mengencerkan hingga 100 mL (larutan standar 500 ppm). memipet lagi masing-masing 3, 6, 9, 12 dan 15 mL dari larutan standar 500 ppm kemudian mengencerkan ke dalam labu takar 100 mL (deret standar 15, 30, 45, 60 dan 75 ppm).

d. Pembuatan kurva standar glukosa 0, 15, 30, 45, 60 dan 75 ppm

Memipet masing-masing 1 mL larutan standar glukosa 15, 30, 45, 60 dan 75 ppm ke dalam tabung reaksi bertutup dan merendam ke dalam air dan menambahkan masing-masing 1 mL larutan fenol 5% dan 5 mL H_2SO_4 pekat p.a kemudian merendam kembali selama 10 menit lalu mengocok dengan vortex mixer selama 5 menit dan membiarkan selama 20 menit selanjutnya mengukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} 485 nm.

5. Hidrolisis Pati

a. Proses Liqueifikasi

Menimbang 30 gram patiumbi talas kemudian ditambahkan 250 mL aquades. Larutan pati yang dihasilkan kemudian diatur pHnya sampai 6,5 dengan menambahkan NaOH 1%, dipanaskan sampai suhu 95°C , kemudian ditambahkan enzim α -amylase sebanyak 0,04 g selama 60 menit (Risnoyatiningsih, 2011).

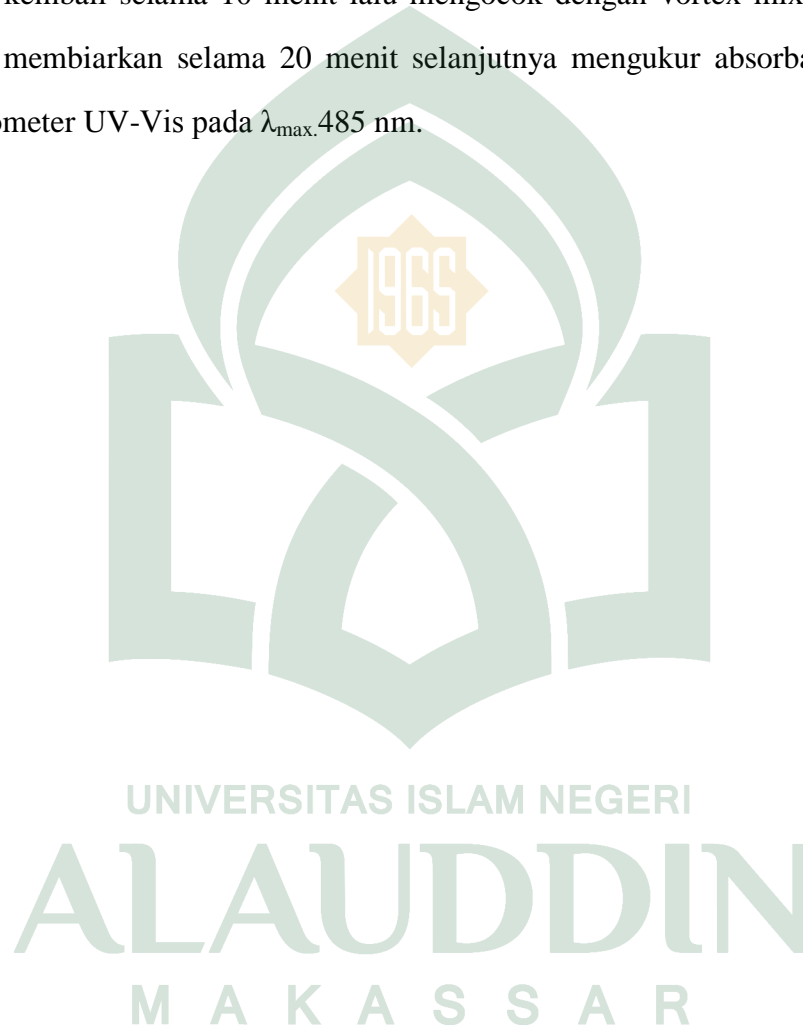
b. Proses Sakarifikasi

Hasil liqueifikasi didinginkan dan diatur pHnya 4,5 dengan menambahkan HCl 2M. ditambahkan enzim glukoamilase dengan volume 0,022 mL. dipanaskan sampai suhu 60°C dengan waktu hidrolisis (1, 2, 3, 4 dan 5) hari (Risnoyatiningsih, 2011).

6. Analisis Glukosa Hasil Hidrolisis

Memipet 0,2 mL ekstrak glukosa kental 25 mL menggunakan pipet mikro dan mengencerkan hingga 250 mL aquabidest (50 x Fp) dan menghomogenkan

selanjutnya mengambil masing-masing 1 mL larutan glukosa tersebut dan memasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup dan merendam ke dalam air dan menambahkan masing-masing 1 mL larutan fenol 5% dan 5 mL H₂SO₄ pekat (p.a) kemudian merendam kembali selama 10 menit lalu mengocok dengan vortex mixer selama 5 menit dan membiarkan selama 20 menit selanjutnya mengukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} 485 nm.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Penentuan kandungan pati

Penentuan kandungan pati bertujuan untuk mengetahui banyaknya pati yang dikonversi menjadi glukosa. Data untuk mengetahui kandungan pati dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4.1 Data hasil analisis kandungan pati

Analisis Pati	Hasil
Bobot ayakan 100 mesh/(g)	150,7896
Kadar air (%)	8,49
Kadar gula BM rendah yang hilang (%)	9,29
Kadar pati (%)	22,82

Tabel dibawah ini merupakan hasil analisis standar glukosa yang memberikan hasil seperti terlihat pada tabel 4.2 dengan Panjanggelombang max (λ_{\max}) = 485 nm

Tabel 4. 2. Absorbansi standar glukosa

No.	Konsentrasi/ppm	Absorbansi
1	0	0,0691
2	15	0,1261
3	30	0,2294
4	45	0,4038
5	60	0,5003
6	75	0,6661

2. Penetapan orde reaksi dan konstanta laju reaksi hidrolisis pati umbi talas

Berdasarkan hasil hidrolisis pati umbi talas menggunakan enzim α -amilase dan enzim glucoamilase diperoleh data absorbansi, konsentrasi glukosa dan kadar glukosa yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini:.

$$[\text{pati}]_{\text{awal}} = [A]_0 = 33,32\%$$

Tabel 4. 3. Data hasil hidrolisis pati umbi talas variasi waktu

No.	Waktu/jam	Absorbansi	Konsentrasi glukosa/ppm	Kadar glukosa /(% berat)
1	24	0,1162	10,9268	1,82
2	48	0,1786	18,5365	3,08
3	72	0,2129	22,7195	3,78
4	96	0,3193	35,6951	5,94
5	120	0,3325	37,3048	6,21

Hasil hidrolisis pati umbi talas analisa kuantitatif glukosa metode asam fenol sulfat (TS) kadar pati bereaksi dan kadar pati sisadan perhitungan konversi dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4. 4. Data hasil hidrolisis pati umbi talas menggunakan katalisator enzim

Hasil Hidrolisis Pati	Waktu (jam)				
	24	48	72	96	120
Kadar glukosa terbentuk (% berat)	1,82	3,08	3,78	5,94	6,21
Pati bereaksi (%)	5,46	9,24	11,34	17,82	18,63
Pati sisa(%)	27,86	24,08	21,98	15,5	14,69

Konversi Pati (%)	16,38	27,64	34,03	35,47	55,91
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------

3. Penetapan orde reaksi dan konstanta laju reaksi hidrolisis pati umbi talas

Tabel dibawah ini merupakan data untuk penentuan orde I dengan menggunakan persen pati sisa sebagai konsentrasi [A] tiap waktu hidrolisis dengan menggunakan metode grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.5.

a. Metodegrafik

1). Orde I

Tabel 4. 5. Data penetapan orde I

No.	t/jam	[A]	ln [A]
1	24	27,86	3,3271
2	48	24,08	3,1813
3	72	21,98	3,0901
4	96	15,5	2,7408
5	120	14,69	2,6871

$$\ln [A] = -kt + \ln [A]_0$$

2). Orde II

Tabel berikut ini merupakan data untuk penentuan orde II dengan menggunakan persen pati sisa sebagai [A] tiap waktu hidrolisis dengan menggunakan metode grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.6.

Tabel 4. 6. Data penetapan orde II

No.	t/jam	[A]	1/[A]
1	24	27,86	0,0437
2	48	24,08	0,0415
3	72	21,98	0,0454
4	96	15,5	0,0645
5	120	14,69	0,0680

$$1/[A] = kt + 1/[A]$$

3. Penentuan Kinetika Enzimatis Pati Umbi Talas

Table dibawah ini adalah data untuk menentukan nilai Km dan Vmaks dari kinetika enzimatis pati umbi talas:

Tabel 4. 7. Data kinetika enzimatis pengalihan persamaan Michelis-Menten ($1/[S]$ dan $1/v$).

Data Kinetika Enzimatis	
[S] (%)	33,32
V (%/hari)	-0,0074
$1/[S]$	0.0300
$1/v$	-135,1351

$$\frac{1}{v} = \frac{k_m}{V_{maks}} = \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{maks}}$$

UNIVERSITAS SLEM VETERI
ALAUDDIN
 M A K A S S A R

D. Pembahasan

1. Ekstraksi Pati Umbi Talas

Proses ekstraksi pati umbi talas diawali dengan mengupas dan memotong-motong umbi talas segar kemudian merendam dalam air selama 2 jam. Tujuan perendaman ini adalah untuk mengurangi lendir pada umbi talas. Selanjutnya menghaluskan menggunakan blender lalu menyaring kedalam wadah kemudian diamkan selama 24 jam hingga diperoleh endapan. Endapan tersebut kemudian dipanaskan dalam oven untuk memperoleh pati kering. Setelah pati diperoleh diayak dengan ayakan 100 mesh. Tujuan dari pengayakan ini adalah untuk mendapatkan hasil tepung talas atau pati talas yang lebih halus dan seragam dalam ukuran partikelnya. Dimana keseragaman ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tumbukan dan pergerakan molekul dalam reaksi kimia dengan menggunakan energi yang sama sehingga secara langsung dapat meningkatkan nilai kecepatan reaksi. Adapun hasil ayakan yang diperoleh dari pati umbi talas yaitu 136,1354 gram dari 1 kg umbi talas.

Tahap selanjutnya adalah menentukan kadar air. Tujuan dari pengukuran kadar air ini adalah untuk mendapatkan sampel yang telah bebas air sehingga diperoleh bobot sebenarnya dari pati yang terkonversi dalam penentuan kadar pati yang sebenarnya. Kadar air yang rendah dapat menghasilkan kadar pati yang lebih tinggi, begitupun sebaliknya. Dari hasil penelitian kadar air pati umbi talas diperoleh sebesar 1,58%. Kadar air dari pati umbi talas yang dihasilkan masih lebih rendah dari yang diperbolehkan menurut standar nasional indonesia (SNI) dimana dalam SNI yaitu maksimal 14,5% (SNI 3751:2009) (Kafah, 2012). Kadar air pati juga berhubungan dengan umur simpannya, semakin rendah kadar air

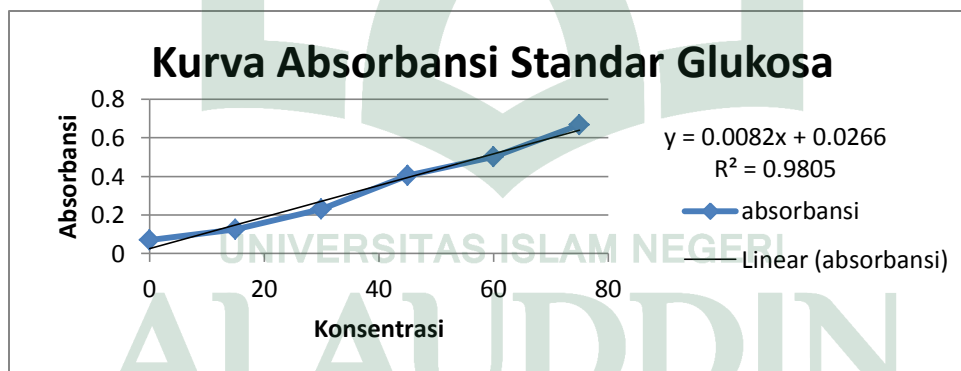
tepung, maka stabilitas penyimpanan tepung akan semakin baik. Sedangkan kadar air tepung yang tinggi akan menyebabkan aktivitas lipolitik dan proteolitik meningkat, sehingga mengakibatkan hilangnya nutrisi (protein dan lemak) dan meningkatnya produksi asam lemak bebas yang menyebabkan mutu organoleptik produk menjadi rendah (Sunaryo, 2006).

Tahap selanjutnya adalah perlakuan dengan etanol 80% yang bertujuan untuk melarutkan gula berbobot molekul rendah. Pelarut etanol 80% digunakan karena pelarut ini merupakan pelarut polar yang dapat melarutkan senyawa polar pula dan dapat melarutkan senyawa lain dengan berat molekul yang tidak berbeda jauh. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk melarutkan gula dengan bobot molekul (BM) rendah sehingga yang tersisa hanya pati dan serat-serat lainnya. Dari hasil penelitian, gula berbobot molekul rendah diperoleh sebesar 5,55%. Hasil ini menunjukkan pelarutan yang cukup baik dalam pemisahan gula berbobot rendah dengan molekul pati dan serat lainnya untuk menentukan kandungan pati yang akan diperoleh. Tahapan terakhir dari penentuan pati adalah ekstraksi menggunakan pelarut Dimetilsulfoksida (DMSO). Larutan DMSO ini digunakan karena merupakan salah satu pelarut non polar yang dapat melarutkan pati dan juga umum digunakan.

2. Penentuan kandungan pati dan hidrolisis pati umbi talas menggunakan enzim α -amilase dan glukamilase

Reaksi hidrolisis pati bertujuan untuk memutus suatu ikatan polimer sakarida dalam pati dengan bantuan suatu senyawa tertentu sebagai katalis, dimana pada penelitian ini katalis yang digunakan adalah enzim α -amilase dan glukamilase. Pada tahap hidrolisis, pati umbi talas akan direaksikan dengan air

dengan penambahan enzim sebagai katalis dengan suhu, waktu dan pengadukan optimum. Perlakuan ini bertujuan untuk memecah molekul pati menjadi monomer gula pereduksi. Pada proses hidrolisis menggunakan enzim terjadi 2 tahap yaitu tahap likuifikasi dan sakarifikasi. Pada tahap likuifikasi enzim α -amilase bekerja memutus ikatan karbon α -1,4 sedangkan pada tahap sakarifikasi adalah tahap pemutusan ikatan α -1,4 dan α -1,6 pada titik percabangan (Chafid dan Galuh, 2010). Pada penelitian ini variabel yang diamati adalah waktu lamanya hidrolisis yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu terhadap glukosa yang dihasilkan dapat ditentukan dengan analisis kuantitatif glukosa menggunakan metode fenol sulfat. Hasil absorbansi larutan standar glukosa pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

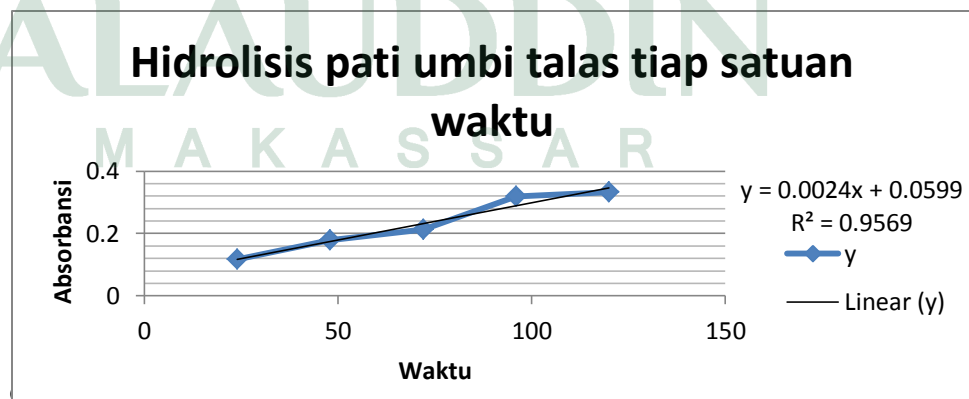


Gambar. 4.1 Kurva absorbansi standar glukosa

Pada gambar 4.1 menunjukkan kurva standar glukosa diperoleh secara linear $y = 0,0082x + 0,0266$ dengan nilai $R^2 = 0,9805$. Dari data grafik tersebut dapat ditentukan nilai total sugar (TS) sehingga dapat diketahui pula persentase kandungan pati dalam umbi talas (Lampiran 9). Kadar pati merupakan banyaknya pati yang terkandung dalam bahan kering yang dinyatakan dalam

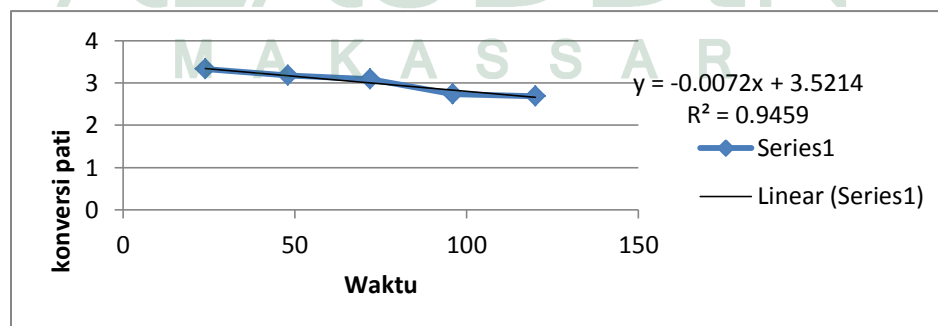
persen (Manatar, 2012). Kandungan pati umbi talas yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebesar 33,32% (Lampiran 9). Kadar pati yang diperoleh rendah dibandingkan kadar pati talas secara teori yaitu 70-80%. Rendahnya kadar pati yang diperoleh jika dibandingkan dengan teori disebabkan karena terjadinya pelarutan yang kurang sempurna dengan pelarut DMSO, selain itu disebabkan pula oleh proses ekstraksi pati yang tidak sempurna yang dikarenakan umbi talas mengandung banyak lendir yang dapat menghambat proses pengendapan pati.

Penetapan kadar glukosa metode asam fenol sulfat diidentifikasi dengan terbentuknya warna orange kekuningan yang menandakan bahwa gula dari hasil hidrolisis bereaksi positif dengan fenol dalam asam sulfat pekat. Metode asam fenol sulfat sering disebut juga dengan metode TS (Total Sugar) yang digunakan untuk mengukur total gula (Hidayat, 2006). Data analisis kuantitatif ekstrak glukosa hasil hidrolisis pati dengan katalisator enzim selama 1-5 hari (24 jam-120 jam) dapat dilihat pada tabel 4.3. Dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa lamanya waktu hidrolisis berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Hubungan antara absorbansi kadar glukosa dengan waktu dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



ambar 4.2 Kurva absorbansi umbi talas versus waktu

Pada gambar 4.2 dapat dilihat pengaruh waktu hidrolisis terhadap glukosa yang dihasilkan dimana absorbansi glukosa terendah diperoleh pada waktu 24 jam yang semakin meningkat setiap harinya hingga waktu 120 jam. Jadi, dapat dikatakan bahwa waktu hidrolisis berpengaruh terhadap kadar glukosa. Perbedaan waktu hidrolisis akan menyebabkan jumlah pati yang termodifikasi juga berbeda. Semakin lama waktu hidrolisis makin besar persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi. Hal ini dapat dikatakan bahwa kadar glukosa semakin bertambah seiring lamanya waktu hidrolisis. Sesuai yang dikatakan Risnoyatiningsih (2011) yang menjelaskan bahwa faktor yang berpengaruh pada hidrolisis pati menjadi glukosa salah satunya waktu hidrolisis, karena semakin lama waktu reaksi maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin besar. persentase kadar glukosa yang paling tinggi pada penelitian ini yaitu pada hari ke-5 dengan nilai persentase sebesar 6,21%. Bertambahnya perolehan glukosa yang dihasilkan disebabkan semakin lama dilakukan hidrolisis oleh enzim maka terjadinya kesempatan tumbukan antara molekul-molekul air dengan molekul-molekul pati akan semakin lama sehingga pemutusan ikatan-ikatan 1,4 dan 1,6 glikosidik akan terjadi lebih sempurna yang kemudian akan menghasilkan glukosa yang semakin banyak. Dari data persentase glukosa maka dapat diketahui pula persentase pati yang bereaksi menghasilkan glukosa, pati sisa dan diketahui pula persentase pati yang terkonversi menjadi glukosa seperti pada gambar 4.3 dibawah ini:



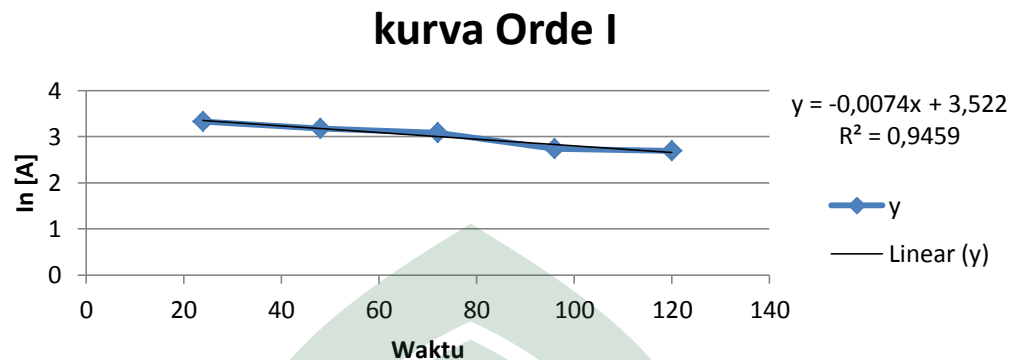
Gambar 4.3 Kurva konversi pati versus waktu

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk bereaksi maka semakin banyak konversi glukosa yang dihasilkan sehingga pati sisa dihasilkan juga akan semakin berkurang seiring lamanya waktu bereaksi atau lamanya waktu hidrolisis. Hal ini juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin besar kesempatan molekul pati dan air bereaksi. Sesuai yang dikatakan (Herlina, dkk2016) semakin lamanya waktu hidrolisis memberikan kesempatan enzim untuk berinteraksi dengan substrat semakin tinggi sehingga pati yang menyelubungi glukosa akan semakin mudah pula terhidrolisis dan glukosa yang terekstrak semakin banyak.

3. Penetapan orde reaksi dan konstanta kecepatan reaksi hidrolisis pati umbi talas

Penetapan orde reaksi dan konstanta kecepatan reaksi ditentukan melalui hubungan waktu reaksi dengan konsentrasi pati sisa hasil hidrolisis menggunakan enzim. Berdasarkan analisis data pada tabel 5.5 Untuk mengetahui orde reaksi dan nilai konstanta maka digunakan dua metode yaitu metode grafik dan metode substitusi. Metode grafik diperoleh dari hubungan konsentrasi $[A]$ dengan waktu hidrolisis sedangkan metode substitusi diperoleh dari rumus persamaan reaksi orde.

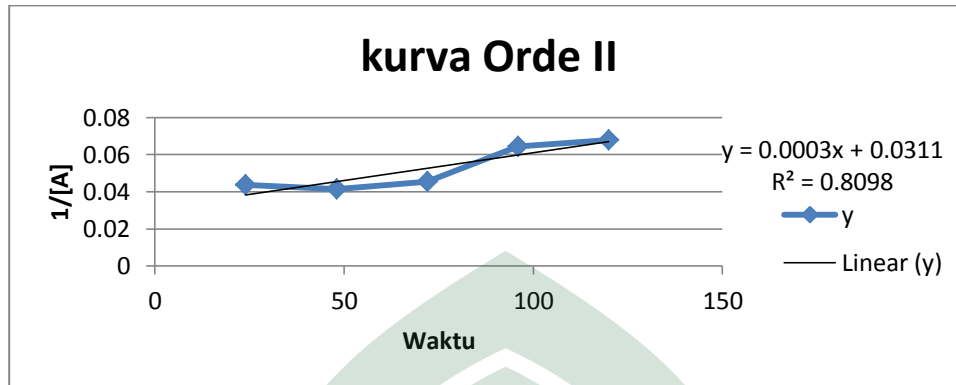
Reaksi orde I memberikan gambaran tentang perubahan $[A]$ dan laju reaksi yang semakin menurun seiring dengan perubahan waktu. Penetapan orde I metode grafik dilakukan dengan memplotkan nilai $\ln [A]$ versus waktu yang dapat dilihat dari grafik berikut:



Gambar 4.4 Kurva Ln [A] versus Waktu

Pada gambar 4.4 diperoleh nilai $R^2 = 0,9459$ dengan tingkat kepercayaan mencapai 94% yang diperoleh dari nilai regresi 0,9459. Tingkat kepercayaan mendekati 1 sehingga dapat dikatakan grafik berupa garis lurus. Nilai R^2 tersebut menjelaskan bahwa reaksi hidrolisis pati yang terjadi sepenuhnya mengikuti teori dasar reaksi orde-1 yang menunjukkan terjadinya penurunan [A] dan laju reaksi secara signifikan. Sedangkan penetapan orde metode substitusi persamaan reaksi orde-1 diperoleh nilai konstanta laju reaksi yaitu $0,007 \text{ jam}^{-1}$ yang diperoleh dari rata-rata nilai k dari perubahan hasil konsentrasi tiap satuan waktu. Nilai konstanta laju (k) merupakan perbandingan laju reaksi. Semakin besar nilai k yang diperoleh berarti laju reaksi juga semakin cepat.

Penetapan orde-2 metode grafik ditentukan dengan memplotkan nilai $1/[A]$ versus waktu. Hubungan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini:



Gambar 4.5.kurva $1/[A]$ versus waktu

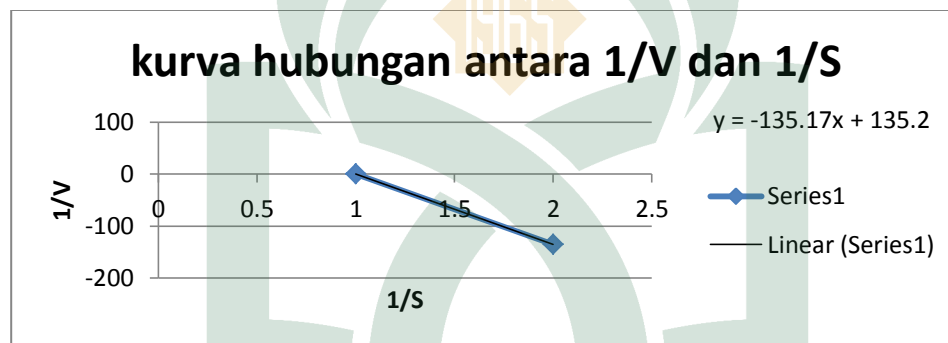
Pada gambar 4.5 diperoleh nilai $R^2 = 0,8098$ dengan tingkat kepercayaan mencapai 80%. Nilai R^2 tersebut menjelaskan bahwa reaksi hidrolisis pati yang terjadi tidak sepenuhnya mengikuti teori dasar dari reaksi orde-2. Sedangkan nilai konstanta kecepatan reaksi menurut perhitungan k metode substitusi orde-2 nilai yang diperoleh yaitu $k = 0,0002 \text{ \%/jam}$.

Berdasarkan dari kedua metode yang digunakan untuk menentukan orde yaitu metode grafik dan metode substitusi menunjukkan bahwa hidrolisis pati umbi talas menjadi glukosa menggunakan enzim α -amylase dan glukamilase mengikuti orde 1. Hal ini dapat dilihat dari nilai regresi pada orde 1 yang lebih tinggi atau lebih mendekati 1 yaitu 0,9459 dibandingkan dengan orde 2 yang hanya sebesar 0,8098. Sedangkan pada metode substitusi nilai konstanta laju (k) yang paling tinggi juga pada orde 1 yaitu sebesar $0,007 \text{ jam}^{-1}$ dibanding dengan orde 2 yang hanya sebesar $0,0002 \text{ \%/jam}$.

4. Penetapan kinetika enzimatik

Pada model Michaelis-Menten, mekanisme reaksi yang terjadi secara umum disederhanakan menjadi interaksi satu substrat dengan enzim yang menghasilkan

satu produk. Data eksperimen yang diperoleh akan diolah dengan metode integrasi untuk memperoleh nilai K_m dan V_{maks} sebagai parameter model Michaelis-Menten. Penetapan kinetika enzimatis dilakukan dengan memplotkan $1/v$ versus $1/[S]$ yang dapat dilihat dalam gambar 4.6. kinetika enzimatis hidrolisis pati umbi talas dapat ditentukan untuk mengetahui afinitas enzim-substrat yang diperoleh dari penyederhanaan persamaan Michaelis-Menten yang ditetapkan dari transformasi linear sebagai berikut:



Gambar 4.6 Hubungan antara $1/V$ dan $1/S$

pada gambar 4.6 diperoleh persamaan linear $y = -135,17x + 135,2$ sehingga diperoleh nilai v_{maks} sebesar $0,0073 \% \cdot \text{jam}^{-1}$. Nilai tersebut menunjukkan kecepatan maksimum dari enzim alfa amilase dan glucoamilase untuk menghidrolisis pati sebagai substratnya yaitu sebesar $0,0073 \% \text{ per jam}$. Nilai v_{maks} ini menunjukkan bahwa sebanyak apapun substrat yang akan ditambahkan maka kecepatan reaksi tidak akan melewati nilai v_{maks} . Nilai v_{maks} yang diperoleh sangat kecil sehingga dapat dikatakan bahwa enzim ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghidrolisis seluruh substrat yang ada.

Sedangkan nilai konstanta Michaelis-Menten (K_m) enzim α -amilase dan glukamilase pada penelitian ini diperoleh sebesar adalah -0,9862. Nilai K_m menggambarkan kesetimbangan disosiasi (K_d) kompleks ES menjadi enzim dan substrat. Apabila nilai K_m kecil maka enzim mempunyai afinitas tinggi terhadap substrat sehingga kompleks ES sangat mantap yang menyebabkan kesetimbangan reaksi kearah kompleks ES. Sedangkan apabila nilai K_m besar maka enzim mempunyai afinitas rendah terhadap substrat, sehingga kesetimbangan reaksi kearah $E + S$. Pada penelitian ini nilai K_m yang diperoleh sangat kecil sehingga dapat dikatakan bahwa enzim alfa amilase dan glukamilase yang digunakan mempunyai afinitas yang tinggi terhadap substrat amilum sehingga kesetimbangan reaksi lebih ke arah pembentukan kompleks enzim substrat (ES).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hidrolisis pati umbi talas menggunakan katalisator enzim α -amilase dan glukoamilase mengikuti orde-1 dengan tingkat kepercayaan 94% dan nilai konstanta laju sebesar $0,007 \text{ jam}^{-1}$.
2. Kinetika reaksi hidrolisis pati umbi talas menjadi glukosa dengan menggunakan katalisator enzim alfa amilase dan glukoamilase menghasilkan $v_{\text{maks}} = 0,0073$ serta $K_m = -0,9862$.

Dari hasil penelitian ini maka dapat diketahui kuasa Allah dalam menciptakan sesuatu dengan penuh manfaat bagi manusia.

B. Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menganalisis struktur dari glukosa hasil hidrolisis menggunakan alat FTIR.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'an.

Amiruddin. "Perubahan Sifat Fisik Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) Selama Pengeringan Lapis Tipis". *Skripsi Teknologi Pertanian* (2013).

Annisa, Zhaifah. "Ebook Umbi Talas".www.Academiedu.com, 2014.

Ariyanti, Dessy, dkk. "Modifikasi Tepung Umbi Talas Bogor (*Colocasia Esculentum* (L) Schott) Dengan Teknik Oksidasi Sebagai Bahan Pangan Pengganti Tepung Terigu", *Jurnal Reaktor* 15 no 1 (April, 2014), h: 1-9.

Azwar Dani dan Risti Erwanti. "Pembuatan Sirup Glukosa dari Kimpul (*Xanthosoma violaceum* Schott) dengan Hidrolisis Enzimatis", *Jurnal Teknik Kimia*.

Bahri, Syaiful, Moh. Mirzan, Moh. Hasan. "Karakterisasi Enzim Amilase Dari Kecambah Biji Jagung Ketan (*Zea mays ceratina* L.)", *Jurnal Natural Science* (2012), 1 no. 1, h: 132-143.

Bintang Maria. *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta: Erlangga, 2010.

Chafid, Achmad, Galuh Kusumawardhani. "Modifikasi Tepung Sagu Menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim A-Amylase". *skripsi Teknik* (2010).

Devita, Christiani. "Perbandingan Metode Hidrolisis Menggunakan Enzim Amilase Dan Asam Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Dari Pati Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas*, L)", *Skripsi Sainskimia* (2013).

Dogra, S.K dan S. Dogra. *Physical Chemistry Through Problems*. Terj. Umar Mansyur. *Kimia Fisik dan Soal-soal*. Jakarta: UI-press, 2009.

Endang, Sri. "Kinetika Hidrolisis Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) Menggunakan Katalisator Asam Klorida (HCl)" *Skripsi Kimia* (2014).

Herlina, dkk. "Penggunaan α -amilase dan Variasi Lama Hidrolisis pada Pembuatan Tepung Glukomanan dari Umbi Gembili". *Jurnal Agroteknologi* (2016), 10 No. 1. h:1-14.

Hidayat, Muhammad Agung. "Fermentasi Asam Laktat Oleh *Rhizopus orizae* pada Substrat Singkong Hasil Hidrolisis Asam", *Skripsi Biokimia* (2006).

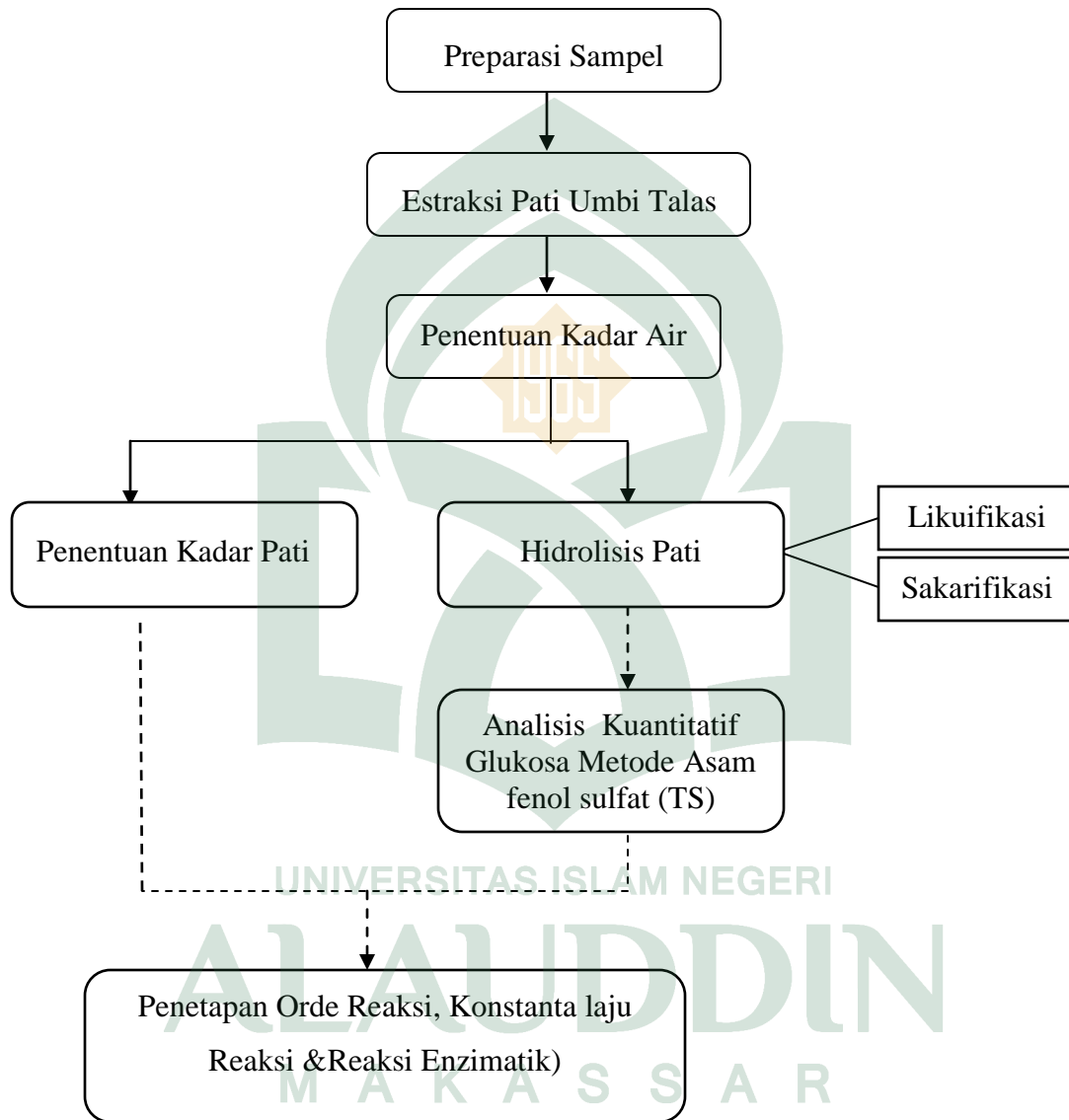
Irawan, M. Anwari. "Glukosa & Metabolisme Energi". *Jurnal Sains* (2010), 1 No. 6. h: 1-5.

Jayanti, Risha Tiara. "Pengaruh Ph, Suhu Hidrolisis Enzim A-Amilase Dan Konsentrasi Ragi Roti Untuk Produksi Etanol Menggunakan Pati Bekatul". *Skripsi Sains* (2011).

Kafah, Fiki Fitriya Silmi. "Karakteristik Tepung Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) dan Pemanfaatannya dalam Pembuatan Cake". *Skripsi Pertanian* (2012).

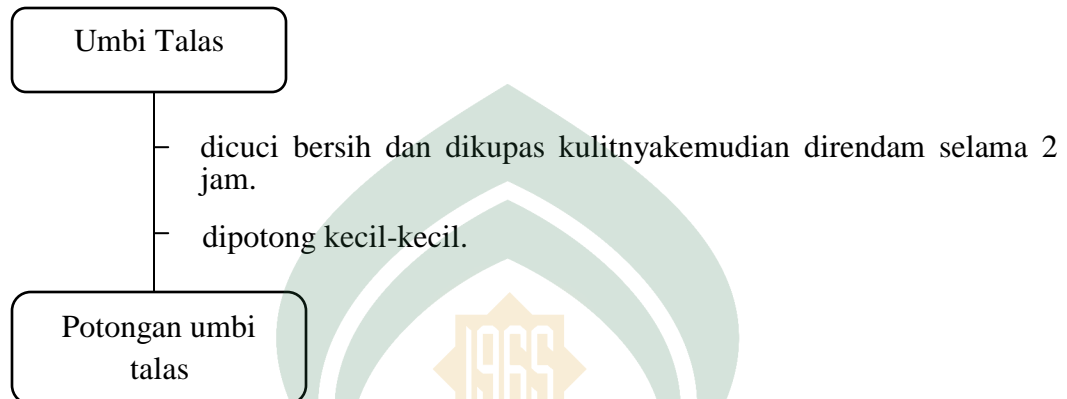
Koswara, S. Ebook Pangan.com. Teknologi Modifikasi Pati. Diakses tanggal 18 maret, 2009.

- Manatar, dkk. "Analisa Kandungan Pati dalam Batang Tanaman Aren (*Arenga pinnata*)". *Jurnal Ilmiah Sains* (2012), 12 No. 2. h: 89-92.
- Mulyati, Anis. "Pembuatan Brownies Panggang Dari Bahan Tepung Talas (*Colocasia Gigantea* Hook F.) Komposit Tepung Ubi Jalar Ungu Dengan Penambahan Lemak Yang Berbeda". *Skripsi Tata Boga* (2015).
- Nangin, Debora, Aji Sutrisno. "Enzim Amilase Pemecah Pati Mentah Dari Mikroba: Kajian Pustaka". *Jurnal Pangan dan Agroindustri* (2015), 3 no. 3, h: 1032-1039.
- Nurbaya, Syarifah Ramadhani.Teti Estiasih. "Pemanfaatan Talas Berdaging Umbi Kuning (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) Dalam Pembuatan Cookies", *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1, no. 1 (Oktober, 2013),h: 46 – 55.
- Poedjiadi, Anna. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI-press, 1994.K
- Prayitno. "Kajian Kinetika Kimia Model Matematika Reduksi Kadmium Melalui Laju Reaksi, Konstanta dan Orde Reaksi dalam Proses Elektrokimia". *Ganendra* 10, No. 1 (2007): h. 82-89.
- Roosita, Arnle. "Validasi metode spektrometri visible untuk penetapan kadar ampicillin menggunakan pereaksi asetilaseton dan formalin". *Skripsi farmasi* (2014)
- Saraswati, dkk. "Pembuatan Glukosa Secara Enzimatis dari Bahan Baku Pati Sagu". *Jurnal Teknik Kimia* (2004), h: 56-63.
- Saropah, Dyah Ayu, dkk. "Kinetika Reaksi Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi Dari Bekatul" *Alchemy* (2012).2 No. 1.h: 34-45.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al Misbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera, 2008.
- Sudomo, Aris, Aditya Hani. "Produktivitas Talas (*Colocasia Esculenta* L. Shott) Di Bawah Tiga Jenis Tegakan Dengan Sistem Agroforestri Di Lahan Hutan Rakyat", *Jurnal Ilmu Kehutanan* 8 no 2 (September, 2014), h: 100-107.
- Suhery, Wira Noviana. Dkk. "Pembuatan Dan Evaluasi Pati Talas (*Colocasia esculenta* Schott) Termodifikasi dengan Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus* sp)". *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis* 1 No.2 (2015), h: 207-214.
- Sukardjo. *Kimia Fisika*. Jakarta: Rineka Cipta, 2002.
- Sunaryo, Marlyna. "Mempelajari Pengaruh Kadar Air Terhadap Karakteristik Mutu dan Minimalisasi Waste Selama Proses Produksi Snack Taro Net di PT. Rasa Mutu Utama", *Skripsi Teknologi Pangan* (2006).
- Susmianti, Yuana. "Rekayasa Proses Hidrolisis Pati Dan Serat Ubi Kayu Untuk Produksi Bioetanol", *Skripsi Pertanian* (2010).
- Triyono, Agus. "Karakteristik Hasil Optimalisasi Usaha Produksi Pati Termodifikasi Secara Enzimatis Dari Umbi-Umbian Dengan Konverter Sistem Pemanas Berjaket Oli". *Jurnal Teknik Kimia dan Tekstil* (2008).h: 1-10).
- Wahyuni, Tutik Sri. "Pembuatan Dekstrin Dari Pati Umbi Talas Dengan Hidrolisis Secara Enzimatis", *Skripsi teknologi pangan* (2010).

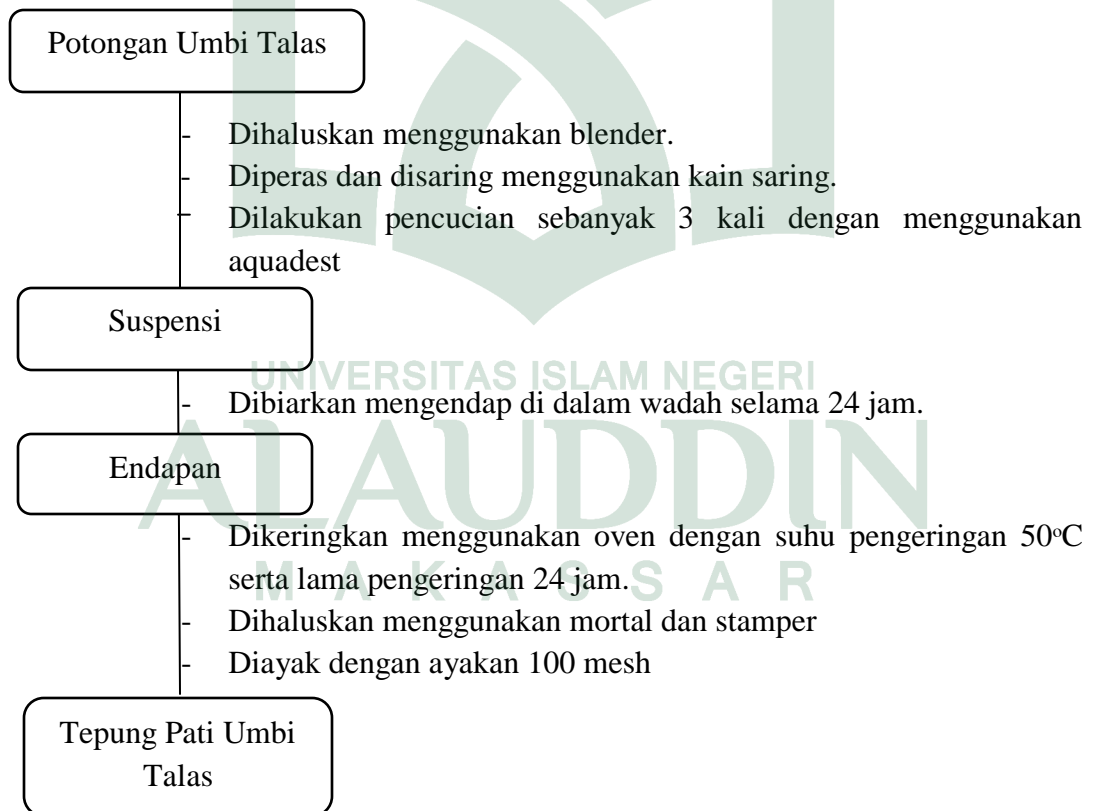
Lampiran 1. Skema Prosedur Penelitian

Lampiran 2. Skema Preparasi Sampel dan Ekstraksi Pati

1. Preparasi Sampel



2. Skema Ekstraksi Pati



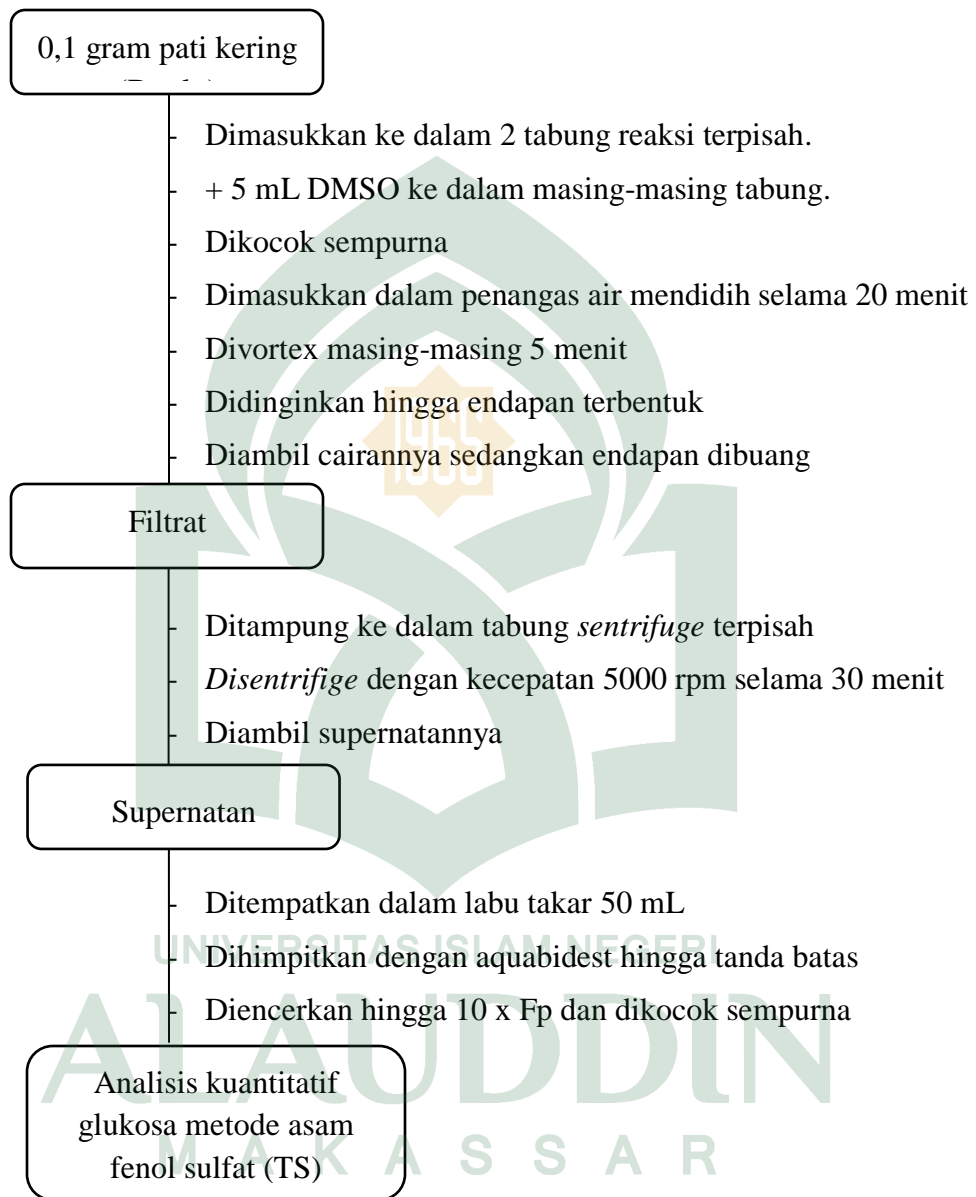
Lampiran 3. Skema Analisis Kadar Air

Tepung pati Umbi Talas

- Dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah dioven selama 1 jam/ 105°C dan didesikator selama 15 menit.
- Ditimbang bobot awal (a+b) dan bobot sampel (b)
- Dioven selama 1 jam/ 105°C dan didesikator selama 15menit
- Ditimbang bobot akhir

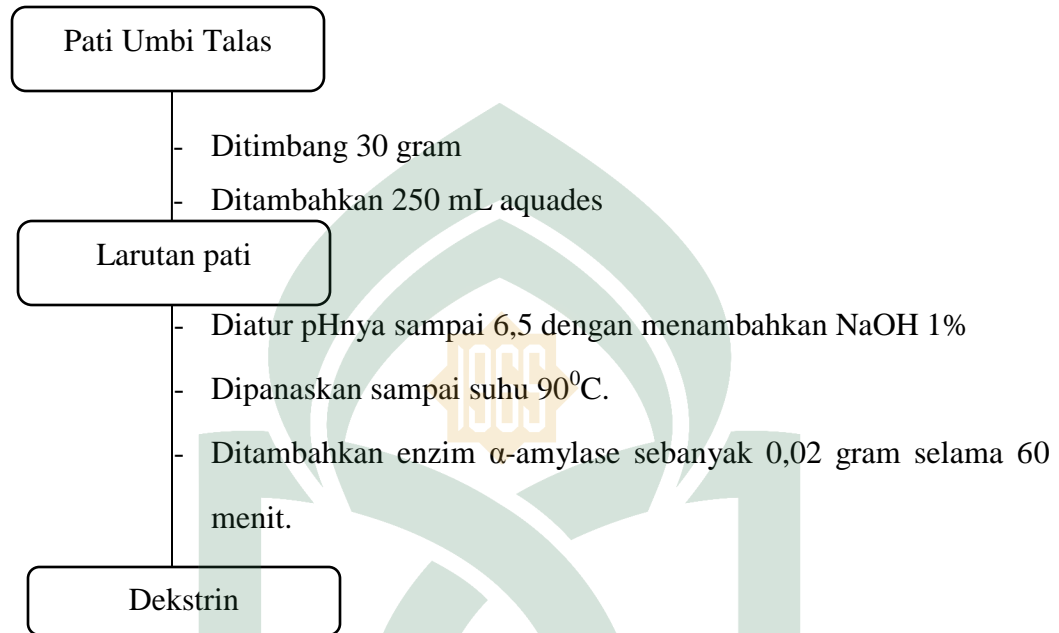
Serbuk tepung pati Umbi
Talas kering

Lampiran 4: Skema Penentuan Kadar Pati**a. Penetapan gula BM rendah yang hilang (perlakuan etanol 80%)**

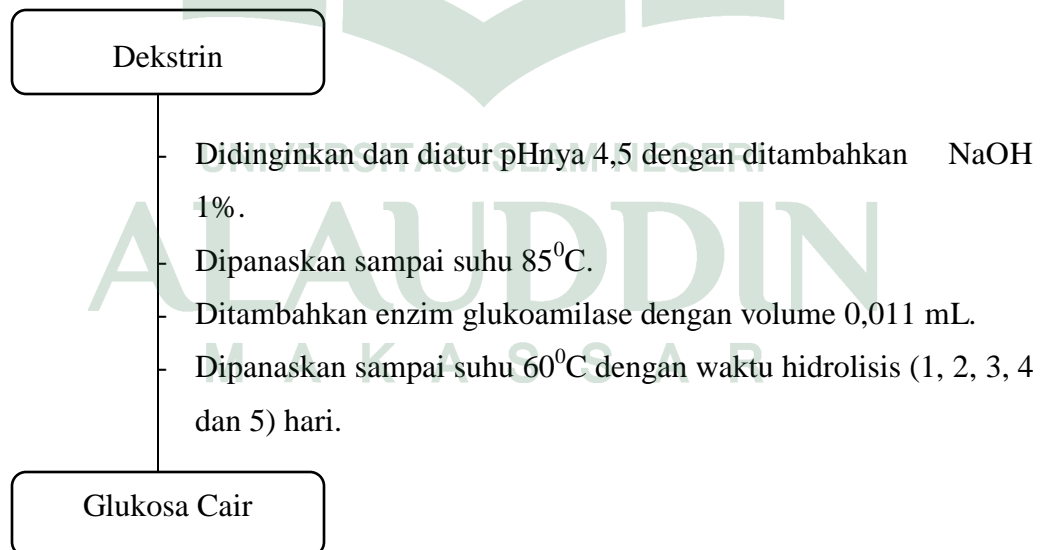
b. Penentuan kandungan pati

Lampiran 5. Skema Hidrolisis Pati Umbi Talas

a. Proses likuifikasi

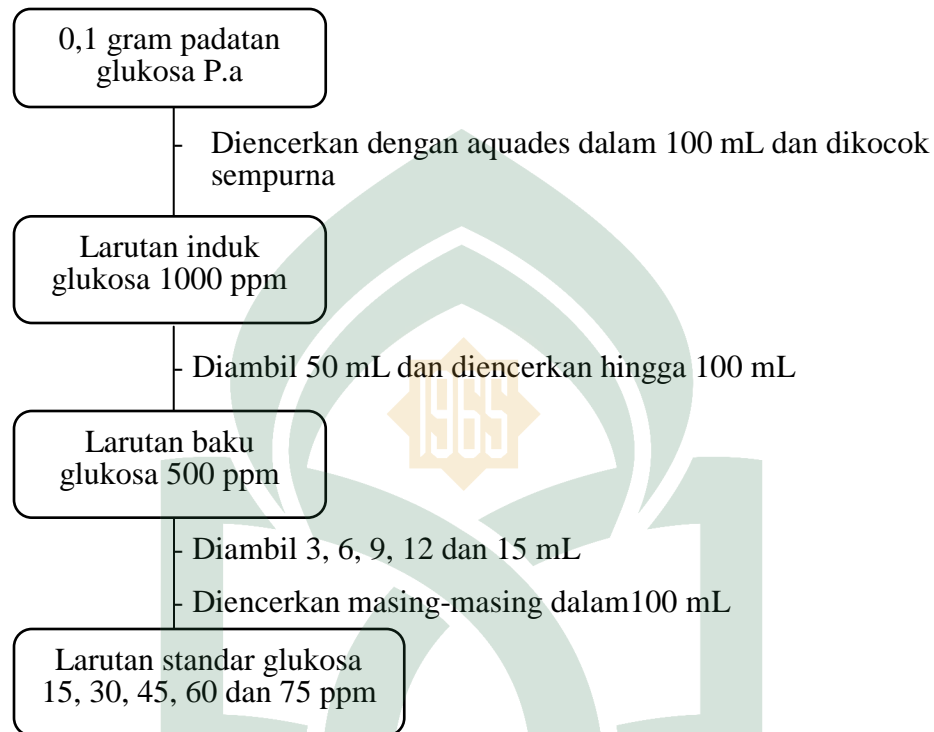


a. Proses Sakarifikasi

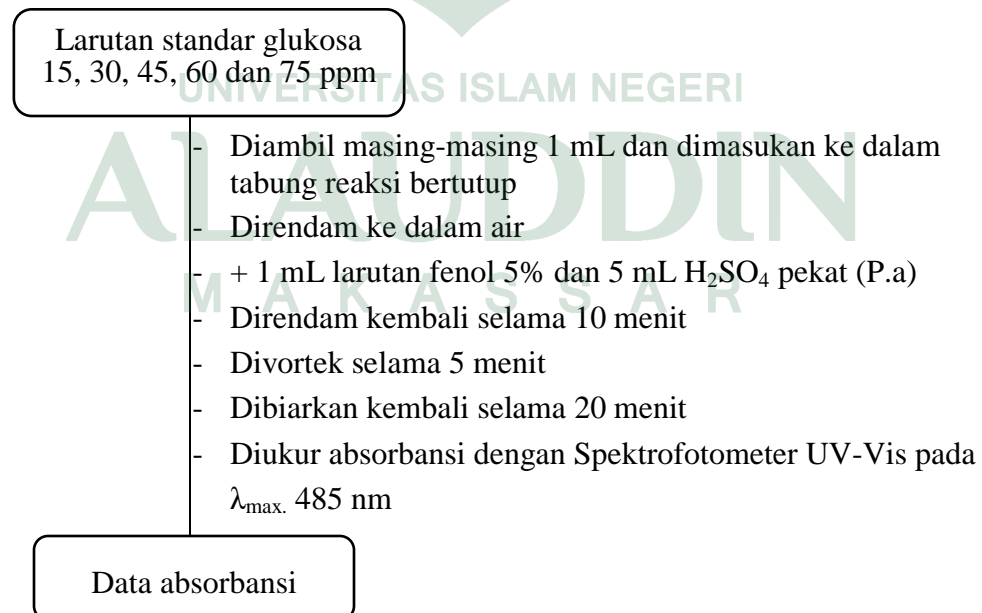


Lampiran 6. Skema Analisis kuantitatif glukosa metode asam fenol sulfat

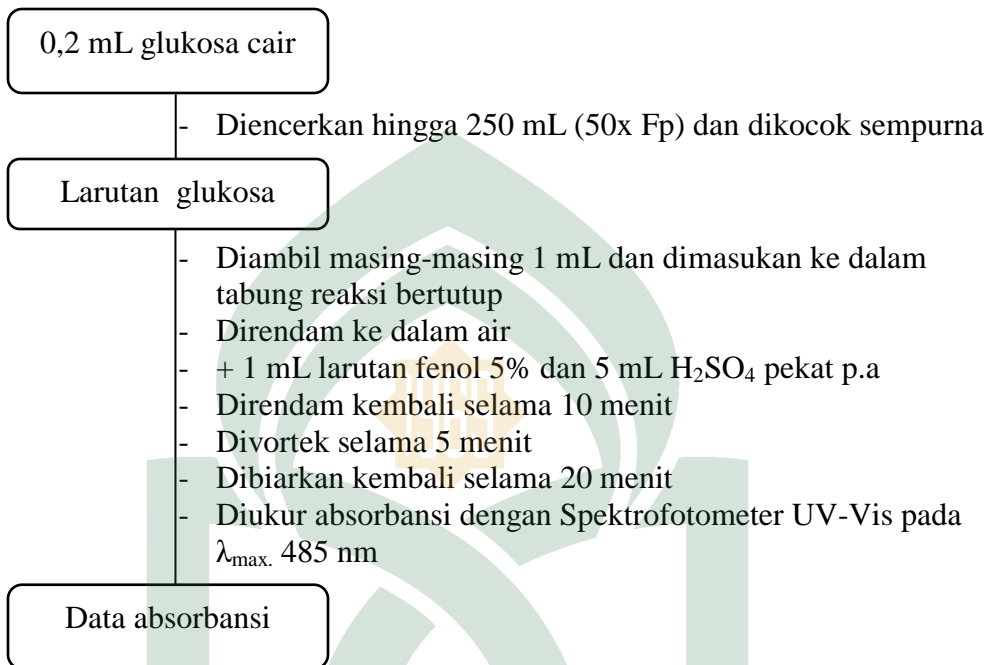
a. Pembuatan deret standar 15, 30, 45, 60 dan 75 ppm



b. Pembuatan kurva standar glukosa 0, 15, 30, 45, 60 dan 75 ppm



c. Analisis kuantitatif glukosa pekat hasil hidrolisis kentang yang dikatalisis oleh enzim α -amilase dan glukamilase



Lampiran 7. Data Analisa Kadar Air dari Sampel Umbi Talas

Berat cawan Porselin (a)/g	Berat sampel (b)/gram	Berat awal (a+b)/gram	Berat akhir (c)/gram	Kadar air (%)
37,6287	1,0000	38,6287	38,6129	1,58%

Perhitungan kadar air

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air} &= \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{(a+b) - c}{b} \times 100\% \\
 &= \frac{38,6287 - 38,6129}{1,0000} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0849}{1,0000} \times 100\% \\
 &= 1,58\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Data Penentuan Gula BM Rendah yang Hilang (Perlakuan dengan Etanol 80%)

Berat kertas saring (a)/g	Berat sampel awal (b)/g	Berat sampel + kertas saring (oven) (a+b)/g	Berat akhir sampel (oven) (c)/g	Selisih (c-b)/g	Gula BM rendah yang hilang (%)
0,9723	10,0005	10,4177	9,4454	0,5551	5,55

Perhitungan gula BM rendah yang hilang

$$\begin{aligned}
 \text{Gula BM rendah yang hilang} &= \frac{\text{selisih}}{\text{berat awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{c - b}{b} \times 100\% \\
 &= \frac{0,5551}{10,0005} \times 100\% \\
 &= 5,55\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 9. Data Penentuan Uji Kandungan Pati Umbi Talas

a. Absorbansi standar glukosa

Panjang gelombang max (λ_{\max}) = 485 nm

No.	Konsentrasi/ppm	Absorbansi
1	0	0,0691
2	15	0,1261
3	30	0,2294
4	45	0,4038
5	60	0,5003
6	75	0,6661

b. Absorbansi untuk nilai TS (total sugar) pada penentuan kadar pati

Panjang gelombang max (λ_{\max}) = 485 nm

No.	Absorbansi
1	0,1020
2	0,1207
Rata-rata	0,1113

1. Analisa kandungan pati umbi talas

Diketahui : Kadar air = 1,58%

Kadar non airnya = 98,42%

Jadi \approx kadar non air x massasampel x kadar air

$\approx 0,9842 \times 0,1 \text{ gram sampel} \times 0,158 \text{ glu/pati}$

= 0,0155 (diasumsikan 100% pati dalam umbi talas)

= $0,0155 \text{ gram} \times \frac{1}{50 \text{ mL DMSO}} \times \frac{20}{20} = \frac{10,31 \text{ gram}}{1000 \text{ mL}}$

= 310 mg/L = 310 ppm

2. Perhitungan faktor pengenceran larutan pati umbi talas

$$\begin{array}{ccc}
 X & \approx & 50 \text{ mL} \\
 \downarrow & & \\
 10 \text{ mL} & \approx & 50 \text{ mL} \\
 \text{Faktor pengenceran} \rightarrow & 10 \times 50 & = X \times 50 \\
 & X & = 10 \times \text{FP}
 \end{array}$$

c. Hasil pengukuran nilai TS (total sugar) pati umbi talas

$$Y = 0,0082X + 0,0266$$

$$A_{\text{rata-rata}} = 0,1113$$

$$Y = 0,0082X + 0,0266$$

$$0,1113 - 0,0266 = 0,0082X$$

$$0,0847 = 0,0082X$$

$$X = 10,3292 \times \text{FP}$$

$$= 10,3292 \times 10$$

$$= 103,2926 \text{ ppm}$$

d. Perhitungan kadar pati umbi talas

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar pati} &= \frac{\text{nilai TS}}{\text{asumsi 100\% pati}} \times 100\% \\
 &= \frac{103,2926}{310} \times 100\% \\
 &= 33,32\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 10. Data Penentuan hidrolisis pati oleh katalis enzim tiap satuan waktu

a. Data absorbansi, konsentrasi glukosa dan kadar glukosa hasil hidrolisis pati umbi talas

$$[\text{pati}]_{\text{awal}} = [A]_0 = 33,32\%$$

No.	Waktu/jam	Absorbansi	Konsentrasi glukosa/ppm	Kadar glukosa /(% berat)
1	24	0,1162	10,9268	1,82
2	48	0,1786	18,5365	3,08
3	72	0,2129	22,7195	3,78
4	96	0,3193	35,6951	5,94
5	120	0,3325	37,3048	6,21

b. Perhitungan faktor pengenceran larutan glukosa hasil hidrolisis

Misalnya: untuk larutan glukosa hasil hidrolisis oleh enzim pada waktu 24-120 jam

$$\begin{array}{lcl}
 X & \approx & 25 \text{ mL} \\
 & \downarrow & \\
 & 0,2 \text{ mL} & \approx 250 \text{ mL} \\
 \text{Faktor pengenceran} \rightarrow & 0,2 \times 25 & = X \times 250 \\
 & X & = 50 \text{ X FP}
 \end{array}$$

c. Perhitungan konsentrasi glukosa/ppm

Misalnya untuk waktu 120 jam

$$Y = 0,0082X + 0,0266$$

$$0,3325 - 0,0266 = 0,0082X$$

$$\begin{aligned} 0,3059 &= 0,0082X \\ X &= 37,3048\text{ppm} \end{aligned}$$

d. Perhitungan kadar glukosa/(% berat)

$$\% \text{ berat} = \frac{A \times B}{C} \times 100\%$$

Keterangan : A = kadar glukosa dari kurva

B = faktor pengenceran

C = bobot sampel (mg)

$$\begin{aligned} \% \text{ berat} &= \frac{A \times B}{C} \times 100\% \\ &= \frac{37,3048 \times 50}{30000} \times 100\% \\ &= 6,21\% \end{aligned}$$

Lampiran 11. Data Penetapan Kadar Pati Biji Alpukat Hasil Hidrolisis

a. Data kadar pati bereaksi dan kadar pati sisa hasil hidrolisis pati umbi talas menggunakan katalisator enzim

$$[\text{pati}]_{\text{awal}} = [A]_0 = 33,32\%$$

Hasil Hidrolisis Pati	Waktu (jam)				
	24	48	72	96	120
Kadar glukosa terbentuk (% berat)	1,82	3,08	3,78	5,94	6,21
Pati bereaksi (%)	5,46	9,24	11,34	17,82	18,63
Pati sisa(%)	27,86	24,08	21,98	15,5	14,69
Konversi Pati (%)	16,38	27,64	34,03	35,47	55,91

b. Perhitungan kadar pati bereaksi dan kadar pati sisa hasil hidrolisis pati umbi talas menggunakan katalisator enzim

Misalnya untuk $t = 120\text{jam}$

Diketahui : $[\text{pati}]_{\text{awal}} = [A]_0 = 33,32\%$

Kadar glukosa terbentuk/(% berat)= 6,21%

$$\text{Pati bereaksi (\%)} = \frac{\text{glukosa terbentuk}}{\text{kadar pati awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{6,21\%}{33,32\%} \times 100\%$$

$$= 18,63\%$$

$$\text{Pati sisa (\%)} = \text{pati awal} - \text{pati bereaksi}$$

$$= 33,32\% - 18,63\%$$

$$\begin{aligned}
 &= 14,69\% \\
 \text{Koversi pati (\%)} &= \frac{\text{pati bereaksi}}{\text{pati awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{18,63\%}{33,32\%} \times 100\% = 55,91\%
 \end{aligned}$$

Lampiran 12. Data Penetapan Orde Reaksi dan Konstanta Kecepatan Reaksi

Hidrolisis pati umbi talas

a. Penentuan konstanta kecepatan reaksi dan orde reaksi metode grafik

1. Uji coba Orde I

$$[A]_0 = 33,32\%$$

No.	t/jam	[A]	ln [A]
1	24	27,86	3,3271
2	48	24,08	3,1813
3	72	21,98	3,0901
4	96	15,5	2,7408
5	120	14,69	2,6871

2. Uji coba Orde II

$$[A]_0 = 33,32\%$$

No.	t/jam	[A]	1/[A]
1	24	27,86	0,0437
2	48	24,08	0,0415
3	72	21,98	0,0454
4	96	15,5	0,0645
5	120	14,69	0,0680

b. Penentuan konstanta kecepatan reaksi dan orde reaksi metode substitusi

1. Uji coba Orde I

$$\ln [A] = -kt + \ln [A]_0$$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k \cdot t$$

a. Untuk $t = 24$ jam, $[A] = 27,86\%$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k \cdot t$$

$$\ln \frac{33,32}{27,86} = k \cdot 24 \text{ jam}$$

$$\ln 1,1959 = k \cdot 24 \text{ jam}$$

$$0,1788 = k \cdot 24 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,1788}{24 \text{ jam}} = 0,0074 \text{ jam}^{-1}$$

b. Untuk $t = 48$ jam, $[A] = 24,08\%$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k \cdot t$$

$$\ln \frac{33,32}{24,08} = k \cdot 48 \text{ jam}$$

$$\ln 1,3837 = k \cdot 48 \text{ jam}$$

$$0,3247 = k \cdot 48 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,3237}{48 \text{ jam}} = 0,0067 \text{ jam}^{-1}$$

c. Untuk $t = 72$ jam, $[A] = 21,98\%$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k \cdot t$$

$$\ln \frac{33,32}{21,98} = k \cdot 72 \text{ jam}$$

$$\ln 1,5159 = k \cdot 72 \text{ jam}$$

$$0,4160 = k \cdot 72 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,4160}{72 \text{ jam}} = 0,0057 \text{ jam}^{-1}$$

d. Untuk $t = 96 \text{ jam}$, $[A] = 15,5\%$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k \cdot t$$

$$\ln \frac{33,32}{15,5} = k \cdot 96 \text{ jam}$$

$$\ln 2,1496 = k \cdot 96 \text{ jam}$$

$$0,7652 = k \cdot 96 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,7652}{96 \text{ jam}} = 0,0079 \text{ jam}^{-1}$$

e. Untuk $t = 120 \text{ jam}$, $[A] = 14,69\%$

$$\ln \frac{[A]_0}{[A]} = k \cdot t$$

$$\ln \frac{33,32}{14,69} = k \cdot 120 \text{ jam}$$

$$\ln 2,2682 = k \cdot 120 \text{ jam}$$

$$0,8189 = k \cdot 120 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,8189}{120 \text{ jam}} = 0,0068 \text{ jam}^{-1}$$

Jadi konstanta kecepatan reaksi adalah

$$\begin{aligned}
 k_{\text{rata-rata}} &= \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5}{5} \\
 &= \frac{0,0074 + 0,0067 + 0,0057 + 0,0079 + 0,0068}{5} \\
 &= 0,007 \text{ jam}^{-1}
 \end{aligned}$$

2. Uji coba orde II

$$\frac{1}{[A]} = k \cdot t + \frac{1}{[A]_0}$$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

a. Untuk $t = 24 \text{ jam}$, $[A] = 27,86\%$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{27,86} - \frac{1}{33,32} = k \cdot 24 \text{ jam}$$

$$0,0358 - 0,0300 = k \cdot 24 \text{ jam}$$

$$0,0058 = k \cdot 24 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,0058}{24 \text{ jam}}$$

$$k = 0,00024 \text{ \% / jam}$$

b. Untuk $t = 48 \text{ jam}$, $[A] = 24,08\%$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{24,08} - \frac{1}{33,32} = k \cdot 48 \text{ jam}$$

$$0,0415 - 0,0300 = k \cdot 48 \text{ jam}$$

$$0,0115 = k \cdot 48 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,0115}{48 \text{ jam}}$$

$$k = 0,00023 \text{ \%/jam}$$

c. Untuk $t = 72 \text{ jam}$, $[A] = 21,98\%$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{21,98} - \frac{1}{33,32} = k \cdot 72 \text{ jam}$$

$$0,0454 - 0,0300 = k \cdot 72 \text{ jam}$$

$$0,0154 = k \cdot 72 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,0154}{72 \text{ jam}}$$

$$k = 0,00021 \text{ \%/jam}$$

d. Untuk $t = 96 \text{ jam}$, $[A] = 15,5\%$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{15,5} - \frac{1}{33,32} = k \cdot 96 \text{ jam}$$

$$0,0645 - 0,0300 = k \cdot 96 \text{ jam}$$

$$0,0345 = k \cdot 96 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,0345}{96 \text{ jam}}$$

$$k = 0,00035 \text{ \%/jam}$$

e. Untuk $t = 120 \text{ jam}$, $[A] = 14,69\%$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{14,69} - \frac{1}{33,32} = k \cdot 120 \text{ jam}$$

$$0,0680 - 0,0300 = k \cdot 120 \text{ jam}$$

$$0,038 = k \cdot 120 \text{ jam}$$

$$k = \frac{0,038}{120 \text{ jam}}$$

$$k = 0,00031 \text{ \%/jam}$$

Jadi konstanta kecepatan reaksi adalah

$$k_{\text{rata-rata}} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5}{5}$$

$$= \frac{0,00024 + 0,00023 + 0,00021 + 0,00035 + 0,00031}{5}$$

$$= 0,00026\%/\text{jam}$$

Lampiran 13. Perhitungan Kinetika Enzimatik

$$Y = -135,1x + 135,2$$

$$R^2 = 1$$

$$a = -135,1351$$

$$b = 135,2 \text{ km}$$

Persamaan Michelis-Menten

$$\frac{1}{v} = \frac{K_m}{V_{maks}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{maks}}$$

$$b = \frac{1}{V_{maks}}$$

$$V_{maks} = \frac{1}{b} = \frac{1}{135,2} = 0,0073$$

$$a = \frac{K_m}{V_{maks}}$$

$$K_m = a \times V_{maks}$$

$$= -135,1 \times 0,0073$$

$$= -0,9862$$

Lampiran 14. Dokumentasi Preparasi dan Ekstraksi Pati



Lampiran 15. Dokumentasi Analisis Kadar Air



Lampiran 16. Penetapan gula BM rendah yang hilang



IV. INSTITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Lampiran 17. Kandungan Pati



Lampiran 18. Penentuan Hidrolisis Pati

1. Pembuatan Standar Glukosa



Standar 1000 ppm

Standar 500 ppm



Deret standar



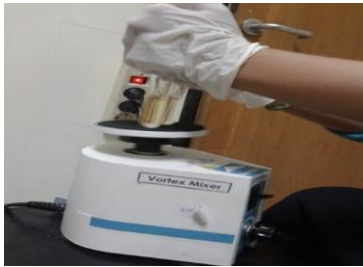
1 mL larutan standar



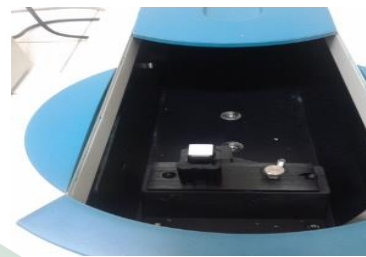
+ Fenol



+ Asam sulfat



Vortex



Analisis Uv-Vis

2. Hidrolisis Pati

a. Likuifikasi



Timbang sampel



Penambahan air



Pengaturan pH



Proses likuifikasi



Hasil likuifikasi

b. Sakarifikasi



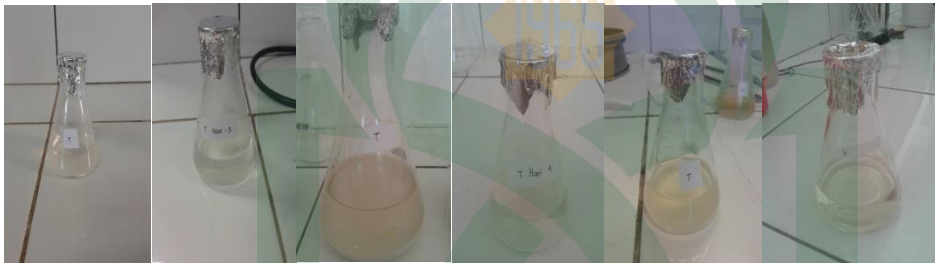
Dekstrin



Pengaturan pH



Proses sakarifikasi



Hasil hidrolisis (5 hari)

Lampiran 19. Analisis kuantitatif glukosa metode asam fenol sulfat



Pengenceran 50x



1mL Sampel



+ Fenol



+ Asam sulfat



Vortex



Analisis Uv-Vis

UNIVERSITAS ISLAM
ALAUDDIN
MAKASSAR

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Nur Wahidah. Lahir di Selayar, Sulawesi Selatan pada tanggal 11 Desember 1994. Anak ke 4 dari 5 bersaudara dari pasangan Bapak Alimuddin, dan Ibu Siti Alang. Penulis memulai pendidikan pada usia 5 tahun di SDN Lembangia Selayar dan selesai pada tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Babussalam Selayar dan tamat pada tahun 2009, kemudian melanjutkan pendidikan di Gowa yaitu SMK Farmasi Syekh Yusuf Gowa hingga tahun 2012. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan ke perguruan tinggi negeri UIN Alauddin Makassar dengan mengambil prodi S1 Sains Kimia Fakultas Sain dan Teknologi, dan menyelesaikan penelitian serta tugas akhir skripsi pada tahun 2017 dengan mengambil judul **“Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) dengan katalisator enzim α -amilase dan glukamilase”**.